

明細書

半導体集積回路装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体集積回路装置の製造技術に関し、特に、半導体ウェハの不良を検知する半導体集積回路装置の製造技術に適用して有効な技術に関するものである。

背景技術

[0002] 特開2000-269108号公報(特許文献1)には、半導体製造装置にセンサを取り付け、取り付けたセンサの波形データにより工程ラインの異常を検知する技術が記載されている。

[0003] また、特表2002-515650号公報(特許文献2)には、半導体ウェハの欠陥情報を使用して歩留まりの向上を図る技術が記載されている。

特許文献1:特開2000-269108号公報

特許文献2:特表2002-515650号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、半導体製品は、成膜工程とフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を使用したパターニング工程などを半導体ウェハ(以下ウェハという)に対して繰り返して行うことによって形成され、半導体製品が完成するまでに、製品によって差はあるものの、トータルで1000～2000の工程が必要とされる。

[0005] 上述した成膜工程やパターニング工程などの各工程で処理されるウェハは、通常の半導体製品の量産工場では25枚を一塊とした1ロットとして管理される。そして、各工程においては、完成品となる半導体製品が設計通りに動作するように定められた規格を、ウェハが満足しているかどうか検査することが行なわれている。

[0006] しかし、先程述べたように半導体製品が完成するまでには、非常に多くの工程を経る必要がある。このため、例えば1ロット中のウェハをすべて検査(全数検査)すると、必要な検査装置は膨大な数となり、投資が膨らむとともに顧客から注文を受けて製品

を供給するまでの時間であるTAT(Turn Around Time)が非常に長くなる。したがって、検査は、全数検査ではなく抜き取り検査が行なわれている。

- [0007] 各工程の抜き取り検査で使用される規格は、各ウェハのバラツキを考慮して決められており、抜き取り検査を行なって規格を満足していれば、本来その工程に起因する製品不良は生じない。
- [0008] ところが、半導体製造装置のトラブルやプロセス異常が起こった場合、ロット内のウェハに規格外れが生じる。特に、規格外れの頻度が低い場合、抜き取り検査で検出できる確率は非常に低くなり検出に時間がかかるてしまう。このため、規格外れを生じた不良なウェハを大量に作り込んでしまう問題点がある。
- [0009] 本発明の目的は、規格外れの不良ウェハをリアルタイムに検出することができる半導体集積回路装置の製造方法を提供することにある。
- [0010] また本発明の他の目的は、エンジニアの手間がかからず効率良く規格外れの不良ウェハを検出することができる半導体集積回路装置の製造方法を提供することにある。
- [0011] 本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

- [0012] 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。
- [0013] 本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、(a)半導体ウェハを処理する半導体製造装置から出力されるデータであって、前記半導体製造装置の状態を示す装置ログデータを装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、(b)前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記装置ログデータに異常データがないかを異常データ検知部で検知する工程と、(c)前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備えるものである。
- [0014] また、本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、(a)半導体ウェハ上に膜を成膜する半導体製造装置であって、チャンバ内に高周波電界を印加する高周波電源と前記高周波電源に接続されているマッチャーとを有する半導体製造装置から

、前記マッチャーの反射波平均値を出力して装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、(b)前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記反射波平均値の中に所定値より大きなものがないかを異常データ検知部で検知する工程と、(c)前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備えるものである。

[0015] また、本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、(a)エッチングを行なう半導体製造装置であって、エッチングチャンバ内の圧力を調整するためのバルブを有する半導体製造装置から、前記バルブの開口度を出力して装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、(b)前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記開口度の中に所定値より大きなものがないかを異常データ検知部で検知する工程と、(c)前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備えるものである。

[0016] また、本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、(a)露光装置から半導体ウェハの位置合わせのために使用される位置合わせ計測データを出力して装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、(b)前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記位置合わせ計測データの中に所定値より大きなものがないか異常データ検知部で検知する工程と、(c)前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備えるものである。

[0017] また、本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、複雑な経緯をたどって変化した後に(例えば、パラメータが不良領域に至る前に複数の極大または極小を経過する)、不良領域に入るパラメータを有する機能部分(例えば、マッチャーなど)を含む半導体製造装置によって被処理ウェハの処理を行なう半導体集積回路装置の製造方法において、前記パラメータを連続的、定期的、断続的または無作為に監視(観測)することにより、インターロック機構が始動してその結果、前記被処理ウェハに悪影響を与える前に、前記機能部分の動作不良発生が近いことを知らせて、前記被処理ウェハの処理中に前記機能部分の前記パラメータに関する動作不良を発生させないようにしたものである。

[0018] また、本発明による半導体集積回路装置の製造方法は、ランプ加熱によるウェハの処理を行なう半導体製造装置(例えば熱処理、熱酸化、アニール、CVD装置など)

を使用した半導体集積回路装置の製造方法において、ランプの不所望な加熱により加熱した前記ランプ周辺からの不所望な成分(金メッキなど)の散逸(蒸発、飛散、昇華など)の発生を防止するために、前記ランプの出力を連続的、定期的、断続的または無作為に監視しながら、前記ウェハの処理を行なうものである。

発明の効果

- [0019] 本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。
 - [0020] 規格外れの不良ウェハをリアルタイムに検出することができる。また、エンジニアの手間がかからず効率良く規格外れの不良ウェハを検出することができる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明の実施の形態1における異常検知システムの構成を示した図である。
 - [図2]異常検知サーバの内部構成を示した図である。
 - [図3]突発異常を検知するためのロジックについて説明した図である。
 - [図4]ドリフト異常を検知するためのロジックについて説明した図である。
 - [図5]ばらつき異常を検知するロジックについて説明した図である
 - [図6]周期性のある装置ログデータを使用して異常を検知するロジックについて説明した図である。
 - [図7]異常検知条件設定ファイル、致命的アラームデータ設定ファイル、不要データ設定ファイルおよび増発監視データ設定ファイルとの下層にあるファイルとの関係を示した図である。
 - [図8]異常検知条件設定ファイルの内容を示した図である。
 - [図9]装置グループ指定ファイルの内容を示した図である。
 - [図10]装置ログデータ検知ON/OFF設定ファイルの内容を示した図である。
 - [図11]上下限値の設定例を示した図である。
 - [図12]異常検知条件設定ファイルのうち設定した検索キーの項目、装置ログデータの種類および σ 係数だけを記載した図である。
 - [図13]装置ログデータのヘッダの内容を示した図である。
 - [図14]計算式定義ファイルの内容を示した図である。

[図15]エラーメッセージ定義ファイルの内容を示した図である。

[図16]添付ファイルの内容を示した図である。

[図17]致命的アラームデータ設定ファイルの内容を示した図である。

[図18]不要データ設定ファイルの内容を示した図である。

[図19]増発監視データ設定ファイルの内容を示した図である。

[図20]検知結果の出力内容を示した図である。

[図21]検知結果の出力内容を示した図である。

[図22]検知結果の出力内容を示した図である。

[図23]添付ファイルの内容を示した図である。

[図24]検知結果の出力内容を示した図である。

[図25]検知結果の出力内容を示した図である。

[図26]装置ログデータを使用して異常を検知する動作について説明したフローチャートである。

[図27]装置ログデータを使用して異常を検知する動作について説明したフローチャートである。

[図28]装置アラームデータを使用して異常を検知する動作について説明したフローチャートである。

[図29]実施の形態2において、露光装置によって実際に計測されたウェハの下地パターンと露光装置が装置内に有している理想格子とのずれを模式的に示したものである。

[図30]AGA計測データに突発異常が発生した様子を示した図である。

[図31]実施の形態3において、エッチング装置の構成を示した図である。

[図32]ウェハNoとAPCバルブの開口度との関係を示した図である。

[図33]実施の形態4において、プラズマCVD装置の構成を示した図である。

[図34]ウェハ枚数とRF反射波平均値との関係を示した図である。

[図35]実施の形態5において、CVD装置の構成を示した図である。

[図36]時刻とランプパワーとの関係を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 本願発明を詳細に説明する前に、本願における用語の意味を説明すると次の通りである。

[0023] 1 半導体ウェハとは、集積回路の製造に用いるシリコン単結晶基板(一般にほぼ平面円形状)、サファイア基板、ガラス基板、その他の絶縁、反絶縁または半導体基板等並びにそれらの複合的基板を言う。また、本願において半導体集積回路装置というときは、シリコンウェハやサファイア基板等の半導体または絶縁体基板上に作られるものだけでなく、特に、そうでない旨明示された場合を除き、TFT(Thin-Film-Transistor)およびSTN(Super-Twisted-Nematic)液晶等のようなガラス等の他の絶縁基板上に作られるもの等も含むものとする。

[0024] 2 装置ログデータとは、半導体製造装置から出力されるデータであって、半導体製造装置の状態を示すデータあるいは半導体製造装置の状態を示すデータに演算を施して生成されたデータをいう。

[0025] 3 過去データとは、設備データ管理サーバに蓄積されたデータであって、過去に異常の有無を判断されたことのある装置ログデータをいう。

[0026] 4 装置アラームデータとは、半導体製造装置から出力されるデータであって、半導体製造装置の異常を示すデータをいう。

[0027] 5 致命的アラームデータとは、装置アラームデータのうち、半導体ウェハを処理する上での致命的な異常を示すデータをいう。

[0028] 6 増発監視データとは、装置アラームデータのうち、半導体製造装置から一定時間に何回以上出力されるのかを監視するデータをいう。

[0029] 以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。

[0030] また、以下の実施の形態において、要素の数等(個数、数値、量、範囲等を含む)に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。

[0031] さらに、以下の実施の形態において、その構成要素(要素ステップ等も含む)は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0032] 同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうではないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

[0033] また、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0034] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0035] (実施の形態1)

本実施の形態1は、半導体製造装置を異常検知システムに接続した場合における半導体集積回路装置の製造方法を説明したものである。

[0036] 図1は、本実施の形態1における半導体集積回路装置の製造方法で使用される異常検知システムを示した機能ブロック図である。

[0037] 図1において、本実施の形態1における異常検知システムは、半導体製造装置1A～1C、作業者端末装置2A～2C、データハンドリングサーバ3A、3B、設備データ管理サーバ4、異常検知サーバ5、エンジニアPC(Personal Computer)6を有している。

[0038] 半導体製造装置1A～1Cは、それぞれ作業者端末装置2A～2Cに電気接続されている。また、作業者端末装置2A～2C、データハンドリングサーバ3A、3B、設備データ管理サーバ4、異常検知サーバ5は互いにLAN(Local Area Network)で接続されている。また、エンジニアPC6は、上述したLANに接続されていても良いし、インターネットなどを介して接続してもよい。

[0039] なお、図1中では、有線LANで接続されている状態を示しているがこれに限らず、無線LANで接続しても良いし、互いにインターネットで接続してもよい。また、図1には半導体製造装置1A～1Cの3台を接続する例を示したが、これに限らず台数を多くしても良いし少なくしてもよい。

[0040] 半導体製造装置1A～1Cは、ウェハ上に半導体装置を形成するため、ウェハを処理するための装置であり、例えば、ウェハ上に膜を成膜するCVD(Chemical Vapor Deposition)装置、スペッタリング装置、ウェハ内に不純物であるイオンを注入するイオン注入装置、ウェハ上にレジスト膜を塗布しその後現像する塗布現像装置、レジスト膜を塗布したウェハ上に回路パターンを形成する露光装置、ウェハ上に形成された膜のエッチングを行なうエッチング装置などから構成される。

[0041] この半導体製造装置1A～1Cは、ウェハ25枚を一塊とした1ロットからウェハを一枚づつ取り出し処理する装置であり、装置の状態を示す装置ログデータ(パラメータ)を定期的に作業者端末装置2A～2Cへ出力する。また、半導体製造装置1A～1Cは、装置の異常を示す装置アラームデータを半導体製造装置1A～1Cに異常が発生すると作業者端末装置2A～2Cへ出力する。さらに、半導体製造装置1A～1Cは1ロットのウェハの処理が終了するとロットエンド信号(終了信号)を出力する。なお、装置ログデータは、半導体製造装置1A～1Cから定期的だけでなく連続的、断続的または無作為に出力されるようにしてもよい。

[0042] 装置ログデータは、例えば複数のヘッダ部分とボディ部分より構成されている。ヘッダ部分には、完成品となった場合の製品名、着工中の工程名、着工条件、着工されている半導体製造装置名などのデータが書き込まれている。一方、ボディ部分には、計測値データが書き込まれている。

[0043] 具体的な装置ログデータとしては、半導体製造装置の種類によって異なるが、例えば半導体製造装置が露光装置の場合、ウェハのズレを自動で計測し補正を行なうグローバルアライメント処理の計測結果である位置合わせ計測データ、フォーカス補正值データなどがある。また、半導体製造装置が、CVD装置の場合は、ガス流量データ、ステージの温度データなどがあり、半導体製造装置が真空装置の場合、真空圧データ、APC(Auto Pressure Control)バルブの開口度を示す開口度データなどがある。

[0044] 次に、作業者端末装置2A～2Cは、半導体製造装置1A～1Cと作業者との間のインターフェースとなるものであり、作業者が半導体製造装置1A～1Cを制御できるように設けられている。例えば、作業者端末装置2A～2Cは、半導体製造装置1A～1C

から出力された装置ログデータや装置アームデータをデータハンドリングサーバ3A、3Bに出力するためのインターフェースを行なっている。また、作業者端末装置2A～2Cは、半導体製造装置1A～1Cへの着工条件のダウンロードや着工の開始の指示などを行なうことができる。

[0045] データハンドリングサーバ3A、3Bは、作業者端末装置2A～2Cを介して半導体製造装置1A～1Cより出力された装置ログデータおよび装置アームデータを制御し、効率よく設備データ管理サーバ4にデータ出力できるように構成されている。また、データハンドリングサーバ3A、3Bは、設備データ管理サーバ4のデータ収集の信頼性を向上させるために、設備データ管理サーバ4がダウンした際、出力できなかつた装置ログデータや装置アームデータを一時的に保存することができるようになっている。そして、データハンドリングサーバ3A、3Bは設備データ管理サーバ4が復帰した後、出力できなかつたデータを一括して出力できるように構成されている。

[0046] 設備データ管理サーバ4は、装置ログデータや装置アームデータを記憶することを目的としたデータベースであり、例えば、過去に異常検知サーバ5で異常の有無を検知されたことのある装置ログデータ(過去データ)を記憶する過去データ記憶部4aを有している。また、設備データ管理サーバ4は、データハンドリングサーバ3A、3Bより入力した装置ログデータや装置アームデータを異常検知サーバ5へ出力するように構成されている。なお、設備データ管理サーバ4には、これから異常の有無を検知する対象となっている装置ログデータも記憶されている。

[0047] 異常検知サーバ5は、設備データ管理サーバ4より入力した装置ログデータや装置アームデータを、一時的に記憶できるように構成されているとともに、半導体製造装置1A～1Cより出力されたロットエンド信号を受信できるようになっている。そして、異常検知サーバ5はロットエンド信号を受信すると、一時的に記憶した装置ログデータの中に異常データがないか検知を行い、この検知結果をそれぞれの作業者端末装置(結果出力部)2A～2CやエンジニアPC(結果出力部)6へ出力するように構成されている。

[0048] エンジニアPC6は、エンジニアによって使用されるコンピュータであり、異常検知サーバ5による検知結果を入力して表示できるように構成されている。

[0049] 次に、異常検知サーバ5の内部構成について説明する。図2に示すように、異常検知サーバ5は、装置ログデータ記憶部10、装置アラームデータ記憶部11、ロットエンド信号受信部12、第1検知条件記憶部13、第2検知条件記憶部14および異常データ検知部15を有している。

[0050] 装置ログデータ記憶部10は、設備データ管理サーバ4より入力した装置ログデータを記憶するようになっており、例えばキャッシュメモリなどから構成されている。この装置ログデータ記憶部10には、例えば半導体製造装置1A～1Cにおいてウェハの処理が終了する毎に出力される装置ログデータが記憶される。

[0051] 装置アラームデータ記憶部11は、設備データ管理サーバ4より入力した装置アラームデータを記憶するようになっており、例えばキャッシュメモリなどから構成されている。

[0052] ロットエンド信号受信部(終了信号受信部)12は、半導体製造装置1A～1Cから送信されたロットエンド信号を受信するように構成されている。このロットエンド信号受信部12でロットエンド信号が受信されると、異常検知サーバ5は装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータの中に異常データがあるかを検知する。

[0053] 第1検知条件記憶部13は、装置ログデータの異常検知を行なうための条件を記憶するためのものであり、例えばハードディスクなどから構成される。この第1検知条件記憶部13には、例えば異常検知条件設定ファイル13aが記憶されている。

[0054] 第2検知条件記憶部14は、装置アラームデータに基づく異常検知を行なうためのファイルを記憶するものであり、例えばハードディスクなどより構成される。第2検知条件記憶部14に記憶されるファイルとしては、致命的アラームデータ設定ファイル14a、不要データ設定ファイル14bおよび増発監視データ設定ファイル14cがある。

[0055] 異常データ検知部15は、装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータの中に異常データがあるかを検知するように構成されている。つまり、ロットエンド信号受信部12によってロットエンド信号が受信されると、異常データ検知部15は、第1検知条件記憶部13に記憶されている異常検知条件設定ファイル13aの内容を参照して異常検知のための条件を取得し、取得した条件に基づいて、装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータの異常検知を行なうように構成されてい

る。

[0056] また、異常データ検知部15は、装置アラームデータ記憶部11に装置アラームデータが記憶されると、この装置アラームデータ記憶部11に記憶された装置アラームデータを入力し、入力した装置アラームデータが第2検知条件記憶部14に記憶されている致命的アラームデータ設定ファイル14a、不要データ設定ファイル14bまたは増発監視データ設定ファイル14cの内容に該当するかを判定し、異常検知を行なうように構成されている。

[0057] 次に、異常データ検知部15で装置ログデータの異常を検知するロジック(アーキテクチャ)についていくつかの例をあげて説明する。図3は、突発的に発生する突発異常を検知するためのロジックについて説明した図である。横軸はウェハNoを示したものであり、縦軸は装置ログデータの値を示したものである。図3を見て分かるように、ウェハNo「11」に対応する装置ログデータの値が約「2. 2」であり、その他のウェハNoに対応する装置ログデータに比べて著しく高くなっている。このことは、ウェハNo「11」のウェハを処理する半導体製造装置で突発的な異常が起り、ウェハNo「11」のウェハが不良となっている可能性があることを意味している。したがって、このように突出した装置ログデータが発生した場合、異常として検知する必要がある。他の装置ログデータから突出した装置ログデータを異常として検知するには、図3に示すように装置ログデータの値に上限値と下限値を設定し、設定した下限値と上限値の間に装置ログデータの値がある場合は正常と判定する一方、装置ログデータの値が下限値と上限値の間の範囲から逸脱している場合には異常と判定することにより検知することができる。

[0058] 下限値と上限値を設定する方式としては、過去に異常の有無を検知した過去データより平均値および標準偏差を算出し、算出した平均値および標準偏差を使用する。判定方式がある。すなわち、図1に示したように、設備データ管理サーバ4内の過去データ記憶部4aには、過去に異常の有無を検知した装置ログデータが記憶されている。このため、異常データ検知部15が過去データ記憶部4aにアクセスして対象となる過去データを抽出し、抽出した過去データから平均値と標準偏差を算出する。そして、算出した平均値と標準偏差に基づいて、現在の装置ログデータの判定を行

なうようにすることができる。

[0059] ここで、平均値および標準偏差を算出する過去データとしては正常と判定されたものだけで算出することが望ましい。しかし、過去データ記憶部4aに記憶されている過去データには正常と判定されたものだけでなく異常と判定されたものがある。したがって、単に過去データを抽出する場合には、正常と判断された過去データだけでなく異常と判断された過去データも抽出されるおそれがある。そこで、過去データに対して上下限値を設定し、この設定した上下限値から逸脱した過去データは、平均値および標準偏差の算出に使用しないようにすることができる。また、スクリーニング方式を使用することにより、異常と判定された過去データを除去することもできる。さらには、過去1ロット分の過去データだけでなく過去数ロット分の過去データを抽出し、それぞれのロット毎の標準偏差を算出した後、それぞれ算出した標準偏差に重み付けをして理想的な標準偏差を算出するEWMA(Exponential Weighted Moving Average)方式を使用することもできる。

[0060] また、上記では装置ログデータの異常を検知するための下限値と上限値を過去データより算出した平均値と標準偏差を使用する σ 判定方式を述べたが、これに限らず、例えばエンジニアが上限値と下限値を設定する上下限判定方式を使用しても良いし、上下限値ではなく平均値からの幅を設定する幅判定方式を使用してもよい。

[0061] 過去データを使用する σ 判定方式では、正常時の装置ログデータの値に変動がほとんどないデータの場合、算出される標準偏差が小さいために正常の範囲内である微小な変動でも異常と検知されてしまう。この場合、 σ 判定方式ではなく、正常となる一定の幅を指定する幅判定方式を用いることにより、虚報の発生を抑制することができる。

[0062] 次に、図4は、ドリフト異常を検知するロジックについて説明した図である。横軸はロットNoを示しており、縦軸は装置ログデータの一つである真空到達圧を示したものである。図4を見て分かるように、ロットNoが増加するにつれて、真空到達圧がドリフトして悪くなっていることがわかる。この場合、ウェハの処理が進みロットNoがさらに増加すると真空到達圧が製品不良を生じる不良境界線を越えてしまい、ウェハの不良品を大量に作りこんでしまう。そこで、ドリフト異常を検知する方式としてロットNoの増加

分に対する真空到達の増加分(図4中の直線の傾き)が所定値を超えた場合に異常と判定することにより、未然にウェハの不良品を大量に作りこむことを防止できる。

[0063] なお、図4では、装置ログデータがウェハ単位で半導体製造装置1A～1Cより出力されるのではなく、ロット単位で出力される場合について説明した。すなわち、本実施の形態1では装置ログデータがウェハ単位で半導体製造装置1A～1Cより出力され、ロットエンド信号に基づいて異常検知を開始する場合について説明しているが、本発明はこれに限らず、図4に示すように装置ログデータがロット単位で出力され、1バッチの処理が終了すると出力されるバッチエンド信号に基づいて異常を検知する場合についても適用することができる。

[0064] 次に、図5は、ばらつき異常を検知するロジックについて説明した図である。横軸はウェハNoを示しており縦軸は装置ログデータを示している。図5を見て分かるように、1ロット目(ウェハNo1～No25)のウェハ間における装置ログデータのばらつきに比べて2ロット目(ウェハNo26以降)のウェハ間における装置ログデータのばらつきが大きくなっている。装置ログデータのばらつきが増加すると不良品のウェハを作りこむおそれがある。そこで、このようなばらつき異常を検知する方式として、ロット毎に装置ログデータの標準偏差を算出しておき、現在異常検知の対象となっているロットにおける標準偏差が例えば1ロット前の過去のロットにおける標準偏差に比べて異常に高くなっている場合に異常と判定することにより、ばらつき異常を検知することができる。

[0065] 次に、図6は、周期性のある装置ログデータを使用して異常を検知するロジックについて説明した図である。横軸はウェハNoであり縦軸は装置ログデータを示している。縦軸の装置ログデータとしては、例えば露光装置における焦点位置(ベストフォーカス)に対応するデータがある。露光装置において、1ロットのウェハを処理する場合、はじめのうちはレチクルをウェハ上に投影するレンズは冷めているが使用するにつれて温度が上昇してある一定温度をとるようになる。温度が上昇するとレンズが膨張し屈折率が変化して焦点位置が変化する。したがって、図6に示すように、1ロット内のはじめの数枚のウェハにおいては温度変化に伴い装置ログデータが変動し、その後のウェハについては温度が一定となるため装置ログデータが一定値をとるようになる

。このような傾向はロットを入れ替える毎に周期的に現われる。温度が安定化した状態の焦点位置を使用した場合、ロットの最初の方で処理するウェハについては、焦点が多少ずれた状態で露光が行なわれ不良となるおそれがある。そこで、装置ログデータを周期性のあるデータにするとともにしきい値を設けることにより、周期的に現われる異常を検知することができる。

[0066] 以上のように、異常データ検知部15で装置ログデータの異常を検知するロジックについていくつかの例をあげて説明したが、異常データ検知部15において実施する異常検知ロジックは、図2に示した異常検知条件設定ファイル13aにおいて設定することが可能となっている。また、突発異常を検知するためのロジックにおいては、上記したように σ 判定方式、上下限判定方式あるいは幅判定方式のいずれかによって突発異常を検知するのかを設定することが可能になっている。

[0067] 次に、異常検知条件設定ファイル13a、致命的アラームデータ設定ファイル14a、不要データ設定ファイル14bおよび増発監視データ設定ファイル14cの内容について説明する。

[0068] 図7は、異常検知条件設定ファイル13a、致命的アラームデータ設定ファイル14a、不要データ設定ファイル14bおよび増発監視データ設定ファイル14cとこの下層にあるファイルとの関係を示したものである。

[0069] 図7において、装置ログデータを使用した異常検知で使用するファイルは、異常検知条件設定ファイル13a、計算式定義ファイル15a、異常値削除定義ファイル16、装置ログデータ検知ON/OFF設定ファイル17、エラーメッセージ定義ファイル18、メールアドレス設定ファイル19、添付ファイル20および装置グループ指定ファイル21である。

[0070] 異常検知条件設定ファイル13aは、装置ログデータの異常を検知するための条件を設定する大元のファイルであり、図8に示す構造をしている。図8において紙面の都合上2段にわたって記載されているが実際は連続した一列のデータ構造をしている。

[0071] 異常検知条件設定ファイル13aは、大まかにいうと検索キー、装置ログデータ設定部、共通、 σ 異常判定、上下限値判定、幅異常判定などの項目を有している。例えば、この異常検知条件設定ファイル13aの条件No1に指定されている設定内容を見

ると、検索キー内の装置名下にある設定キーとして「A」が指定され、また装置名、製品名、工程名に「key」が指定されている。作業者端末表示ON／OFFには「ON」が指定され、メール配信先は「全員」となっている。また、装置ログデータ装置側名称には、「G1」が指定されている。さらに下段の表示について説明すると、判定方式が「ロット内」、エラーメッセージには「1」、添付ファイルには「101」が指定されている。また、 σ 異常判定において、判定ON／OFFには「ON」、 σ 係数は「3」が設定されている。

[0072] このような異常検知条件設定ファイル13aの条件No1の内容は、以下のようになる。すなわち、装置ログデータ装置側名称に「G1」と記載されていることから異常を検知する対象となっている装置ログデータが「G1」であり、判定方式が「ロット内」となっていることから、ロットエンド信号を受信した後、ウェハ1ロット分の装置ログデータ(25個)について異常の有無を判定するように設定されている。このときの判定方式は、 σ 異常判定の判定ON／OFFが「ON」になっていることから σ 異常判定であり、そのときの許容値の幅は σ 係数が「3」となっているため、「3 σ 」に設定されている。なお、判定方式が「ロット内」ではなく「連続」とすることも可能であり、この場合は、異常検知サーバ5に装置ログデータが入力されるごとにその装置ログデータの異常の有無が判定される。すなわち、異常検知サーバ5は、装置ログデータが装置ログデータ記憶部10に記憶される毎に、その装置ログデータに異常があるかを判断することも可能となっている。

[0073] 異常を検知したときの検知結果の出力先は、作業者端末表示ON／OFFが「ON」となっており、メール配信先が「全員」となっていることから、作業者端末装置2A～2Cとメールアドレス設定ファイルに登録されているエンジニア全員のエンジニアPC6に対して、検知結果が出力される。また、異常を検知した場合には、エラーメッセージが「1」および添付ファイルが「101」に設定されていることから、エラーメッセージ定義ファイルの「1」に記載された内容が出力されるとともに添付ファイル「101」が添付されるように設定されている。

[0074] 次に、異常検知条件設定ファイル13aにおいて、検索キー内の装置名下にある設定キーについて説明する。条件No1には、この設定キーに「A」と設定されているが、

この設定キーは半導体製造装置に対してグループ分けを行なったものを示している。通常、条件No1を設定した場合には、この条件No1に対応する半導体製造装置は一つに限られる。しかし、同じ条件を複数の半導体製造装置について設定する場合、同一条件を半導体製造装置毎に設定しなければならず、設定作業が煩雑となる。そこで、図8に示すように異常検知条件設定ファイル13aに設定キーの項目を設け、一つの条件No1によって複数台の半導体製造装置に対して設定が行なうことができるようになっている。このようにグループ化を設定できるようにすることにより、作業者の条件設定作業を軽減することができる。

[0075] 半導体製造装置のグループを設定するファイルとしては、装置グループ指定ファイル21があり、この装置グループ指定ファイル21の内容の一例を図9に示す。図9において、例えば装置グルーピング名称が「A」であるグループには、「F-01」～「E-04」の名称を有する半導体製造装置が含まれている。半導体製造装置のグループ分けは自由に設定することができる。

[0076] 次に、装置ログデータ検知ON／OFF設定ファイル17について説明する。上記した装置グループ指定ファイル21によって半導体製造装置のグループ化を行なうことができるが、例えば図8に示す条件No1と条件No2の両方とも同じグループに対して設定されていたとする(図8において設定キーが「A」に設定されている)。例えば、異常検知条件設定ファイル13aの条件No1と条件No2の設定キーに「A」が指定されているとするとこの「A」に該当するグループに属する半導体製造装置の全部について、条件No1で示される装置ログデータと条件No2で示される装置ログデータの両方について異常検知が行なわれる。しかし、この場合、グループに含まれる半導体製造装置によっては、条件No1で示される装置ログデータについての異常検知を行なうが、条件No2で示される装置ログデータについては異常検知を行なう必要がない場合もある。

[0077] そこで、同じグループに属する半導体製造装置において、個別に装置ログデータの異常検知を行なうか否かを設定できるようにした。この設定を行なうファイルが装置ログデータ検知ON／OFF設定ファイル17である。

[0078] 図10に、装置ログデータ検知ON／OFF設定ファイル17の内容の一例を示す。図

10において、装置名称が「F-01」～「E-03」の8つの半導体製造装置は一つのグループに属している。ここで、装置ログデータである「G1」について見てみると、装置名称が「F-01」～「F-05」の半導体製造装置では「ON」となっており、異常検知を行なうように設定される。一方、装置名称が「E-01」～「E-03」の半導体製造装置では、「OFF」になっており、同じグループに属する半導体製造装置であっても個別に装置ログデータの異常検知を行なうか否かを設定できることがわかる。

[0079] 次に、図8に示した異常検知条件設定ファイル13aの検索キーの機能について説明する。装置ログデータの異常を判定する方式として、エンジニアが上下限値を設定し、設定した上下限値の範囲から装置ログデータの値が逸脱した場合に異常を検知する方式がある。このとき、エンジニアは、予め上下限値を設定する必要があるが、その数は膨大な量となる。すなわち、装置ログデータ自体は同じであっても製品、工程、半導体製造装置の種類によって、正常となる装置ログデータは異なる。したがって、1種類の装置ログデータであっても製品、工程、装置の種類が異なる毎に上下限値を設定しなくてはならず煩雑となる。図11に上下限値の設定例を示す。図11において、装置ログデータとして「グローバルアライメント計測 シフトX」をとり、この「グローバルアライメント計測 シフトX」について上下限値を設定する場合を考える。図11に示すように、製品「 α 」、工程「1」～「4」、装置「#1」、「#2」があったとすると1種類の装置ログデータに対して8種類の上下限値を設定しなければならなくなる。実際には上記した場合よりもかなり多く、例えば1種類のログデータに対して20種類の製品、30種類の工程、60種類の装置があったとすると、設定しなければならない上下限値の種類は、 $20 \times 30 \times 60 = 36000$ 種類にもおよぶことになり煩雑となる。

[0080] そこで、エンジニアの負担を軽減するため、図1に示す設備データ管理サーバ4の過去データ記憶部4aに記憶されている過去データを使用して上下限値を自動的に算出する機能を構築した。まず、エンジニアは、異常検知条件設定ファイル13aの検索キーとして装置ログデータのヘッダを指定できるようになっている。例えば、図8に示す異常検知条件設定ファイル13aでは、装置ログデータのヘッダとなっているレシピNo、装置名、チャンバ、ステップID、製品名および工程名の中から検索キーを指定できるようにしている。ここで、例えば条件No1では、装置名、製品名、工程名の3

つのヘッダが検索キーとして指定されている。図12に、簡単のため異常検知条件設定ファイル13aから条件No1として設定した検索キーの項目、装置ログデータの種類および σ 係数だけを記載した図を示す。

[0081] 次の段階として装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータ(グローバルアライメント計測 シフトX)の異常検知を行なうが、まず図2に示す異常データ検知部15は、異常検知条件設定ファイル13aを参照して、ヘッダを指定している検索キーを取得する。今の場合、図12に示すようにヘッダのうち製品名、工程名および装置名が検索キーとなっている。続いて、異常データ検知部15は、装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータから、検索キーとして指定した製品名、工程名および装置名の具体的な内容を取得する。図13に装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータのヘッダの内容を示す。例えば図13に示す内容から検索キーとして指定した製品名、工程名および装置名を取得すると、取得した内容は、製品名「 α 」、工程名「3」および装置名「#1」となる。

[0082] 次の段階として、異常データ検知部15は、取得したヘッダの内容と一致する内容のヘッダを有する過去データを過去データ記憶部4aから抽出する。そして抽出した過去データより平均値および標準偏差を算出し、上下限値を自動的に算出する。このようにして、エンジニアは検索キーを指定するだけで必要となる上下限値だけを自動的に算出することができる。したがって、エンジニアの作業負担を軽減することができる。

[0083] 次に、計算式定義ファイル15aについて説明する。異常を検知する装置ログデータとして装置から出力された装置ログデータではなく、出力された装置ログデータに演算処理を施した装置ログデータに意味がある場合がある。この場合、演算処理を施した装置ログデータを得るためにファイルが計算式定義ファイル15aである。図14に計算式定義ファイル15aの内容の一例を示す。図14において、例えば、検知項目内容が「パラメータZ」の装置ログデータは、計算用パラメータP1～P4の値「Ch1」、「Ch2」、「Ch4」、「Ch5」を使用して計算式 $(Ch1 + Ch4) / 2 - (Ch2 + Ch5) / 2$ により演算されることがわかる。

[0084] 次に、エラーメッセージ定義ファイル18は、異常を検知した際に表示するエラーメッ

セージを定義するものであり、例えば図15に示すような内容をしている。このエラーメッセージ定義ファイル18に記載されているエラーNoを図8に示した異常検知条件設定ファイル13aのエラーメッセージの項目に指定することにより指定されたエラーNoのエラーメッセージを表示させることができる。

[0085] 添付ファイル20は、検知結果の出力に添付されるファイルであり、異常を検知した際に細かい作業指示を行なえるようにしたファイルである。具体的に添付ファイル20の内容の一例を図16に示す。図16は、装置ログデータとしてグローバルアライメント計測データを使用して異常検知を行なった場合の添付ファイルである。この添付ファイルを作業者が受け取ると、作業者は、ロットNoとウェハNo、X方向、Y方向の規格および測定結果を入力する。すると判定結果が自動出力され異常が実際に生じたのかを確認することができる。

[0086] 異常値削除定義ファイル16は、装置ログデータの中から予め異常とわかっているデータを削除するために用いられるファイルである。ここで削除される装置ログデータは、半導体製造装置の異常を示すものではなく、装置バグ、もしくは装置通信上の問題などにより生じた明らかな異常データである。

[0087] メールアドレス設定ファイル19は、異常を検知した場合に検知結果を出力する先を指定するためのファイルであり、メールアドレスなどが記載されているファイルである。

[0088] 次に、装置アラームデータを使用した異常検知で使用するファイルについて説明する。図7において、装置アラームデータを使用した異常検知で使用するファイルは、致命的アラームデータ設定ファイル14a、不要データ設定ファイル14b、増発監視データ設定ファイル14c、エラーメッセージ定義ファイル18、メールアドレス設定ファイル19、添付ファイル20および装置グループ指定ファイル21である。

[0089] なお、エラーメッセージ定義ファイル18、メールアドレス設定ファイル19、添付ファイル20および装置グループ指定ファイル21は、装置ログデータを使用した異常検知で使用するファイルとして説明したため、その説明は省略する。

[0090] 致命的アラームデータ設定ファイル14aは、ウェハを処理する上で致命的となる装置アラームデータを登録したファイルであり、その内容は、例えば図17に示すようになっている。図17に示すように装置アラームデータが致命的アラームデータ「A0001

」、「A0002」、「A0003」、「B0***」に該当する場合は致命的エラーに該当する。また、致命的アラームデータ設定ファイル14aには、端末表示ON/OFFおよびメール送信先の項目があり、致命的エラーが発生した場合、作業者端末装置2A～2CおよびエンジニアPC6などにエラー表示がなされる。

- [0091] 不要データ設定ファイル14bは、装置アラームデータのうちウェハを処理する上で異常とみなす必要がないデータを登録したファイルであり、その内容は、例えば図18に示すようになっている。図18に示すように、装置アラームデータが不要データ「X0001」、「X0002」、「Y00**」に該当する場合、異常検知を行なわず異常検知処理を終了する。
- [0092] 増発監視データ設定ファイル14cは、所定時間に所定回数以上装置アラームデータが発生した場合に異常と判定するデータを登録するファイルであり、図19に示すように時間および回数が設定可能となっている。図19に示すように、例えば、装置アラームデータが増発監視データ「Z0001」に該当する場合、2時間に10回以上装置アラームデータが発生した場合、エラー表示がなされるようになっている。
- [0093] なお、装置アラームデータの数は非常に多く、露光装置であるステッパを例に取ると数万個も存在し、これらの装置アラームデータに対して致命的であるかどうかを設定することは困難である。そこで、異常を有効に検知するためにわかっている範囲で致命的アラームコードを登録する一方で異常検知の判定から除外装置アラームデータを不要データとして登録するようにした。また、登録されていないコードに対しては、図19に示すように増発監視データ設定ファイル14cでデフォルト設定を行い、このデフォルト設定された内容で異常を検知するようにしている。
- [0094] 次に、装置ログデータにより異常を検知した場合に検知結果を出力する機能について説明する。
- [0095] 異常を検知した場合、作業者に対して明快に装置のチェック方法やQC(Quality Control)手法、製品処置の指示ができなければ、異常を検知してもロットが流動してしまいウェハ不良を未然に防止することができない。そこで、本実施の形態では、異常を検知した場合の検知結果を出力する機能について説明する。
- [0096] 図20に、装置ログデータにより異常を検知した場合における検知結果の出力内容

を示す。図20に示すように、異常を検知した際にまず異常が起つたことを作業者に通知するため、着工の開始時刻、製品名、工程名、レシピ名、装置名などの装置ログデータのヘッダに記載されている内容が作業者端末装置2A～2Cに出力される。また、装置エラーの有無およびエラーメッセージ内容が表示される。そして、装置エラーの有無および対象製品の詳細情報が必要な場合は、各項目をクリックすると各詳細画面に移動できるようになっている。

- [0097] 例えば、装置エラーの「有り」をクリックすると、図21に示すような内容の画面が表示される。すなわち、装置エラーの発生時刻、ウェハNo、内容などが表示される。図21の一行目では具体的に装置エラーの発生時刻が「15時30分」であり、ウェハNoが「10」、内容が「真空圧異常」であることが表示されている。
- [0098] また、図20に示しているエラーメッセージの対象製品の欄に記載されている「開く」をクリックすると、図22に示すような内容の画面が表示される。すなわち、ロットNo、ウェハNo、検知項目(装置ログデータ)、検知方式が表示される。具体的には、例えばロットNoが「A001」、ウェハNoが「1」、検知項目が「真空圧」、検知方式が「上下限値」というように表示される。
- [0099] さらに、図20に示しているエラーメッセージのチェックファイルの「有り」をクリックすると、図23に示すような添付ファイルが表示されるようになっている。この添付ファイルは、異常検知時の対処方法について細かく指示できるようにするためのものである。添付ファイルには、作業者が測定値をチェックして、チェックした結果を測定値の欄に入力すると自動的にOKかNGかを表示させることも可能となっている。
- [0100] また、異常検知時の作業者の対処は不良発生時には非常に重要であるため、上記した添付ファイルは異常検知サーバ5内に記憶できるようにしている。
- [0101] なお、図20～図23に示した内容は、エンジニアに異常が発生したことを知らせるために登録されたアドレスにメール配信することも可能となっている。
- [0102] 次に、装置アラームデータにより異常を検知した場合に検知結果を出力する機能について説明する。
- [0103] 図24に、装置アラームデータにより異常を検知した場合に出力される内容を示す。図24に示すように、発生時刻、エラー種別、装置アラームデータ、ロットNo、ウェハN

o、アラーム内容およびエンジニア指示が作業者端末装置2A～2Cに表示される。そして、チェックボックスにチェックし、Returnボタンを押すと図25に示す内容が表示される。図25は、作業者が対処した内容を記載できるコメント入力欄が設けてあるため、作業者はこの欄に対処事項を記入することができる。そして、図25に示す送信をチェックして入力完を押すと、図25に示した内容のデータがエンジニアに配信されるとともに、異常検知サーバ5内に記憶されるようになっている。

[0104] 本実施の形態1は上記のように構成されており、以下にその動作の一例および作用について図面を参照しながら説明する。

[0105] まず、装置ログデータを使用して異常を検知する動作について説明する。図26に示すように例えば作業者端末装置2Aの指示により半導体製造装置1Aにおいてウェハの着工が開始される(S101)。続いて、半導体製造装置1Aにおいてウェハの処理が終了すると半導体製造装置1Aから装置ログデータが作業者端末装置2Aに送信される(S102)。

[0106] そして、作業者端末装置2Aは、受信した装置ログデータをデータハンドリングサーバ3Aに送信する(S103)。データハンドリングサーバ3Aは、受信した装置ログデータを設備データ管理サーバ4に送信する(S104)。

[0107] 設備データ管理サーバ4は、受信した装置ログデータを異常検知サーバ5に送信する(S105)。続いて、異常検知サーバ5は、異常検知サーバ5内の装置ログデータ記憶部10に装置ログデータを記憶する(S106)。

[0108] そして、半導体製造装置1Aにおいて1ロット分のウェハの処理が終了しない場合はS102～S106を繰り返す(S107)。1ロット分のウェハの処理が終了した場合は、半導体製造装置1Aからロットエンド信号が送信される(S108)。そして、異常検知サーバ5が異常検知サーバ5内のロットエンド信号受信部12でロットエンド信号を受信する(S109)。

[0109] 次に、図27に示すように、ロットエンド信号受信部12でロットエンド信号が受信されると、異常データ検知部15は、第1検知条件記憶部13に記憶されている異常検知条件設定ファイル13aを参照してヘッダを指定した検索キーを取得する(S110)。次に、取得した検索キーで指定されるヘッダについて、装置ログデータ記憶部10に記

憶されている装置ログデータの内容を取得する(S111)。

- [0110] 続いて、取得したヘッダの内容と一致する内容のヘッダを含む過去データを過去データ記憶部4aから抽出する(S112)。そして、異常データ検知部15は、抽出した過去データに基づき平均値と標準偏差を算出する(S113)。その後、異常データ検知部15は、算出した平均値および標準偏差に基づいて、装置ログデータ記憶部10に記憶されている装置ログデータの異常の有無を検知する(S114)。
- [0111] 次に、異常データ検知部15で異常を検知した場合には(S115)、検知結果をエンジニアPC6と作業者端末装置2Aに送信する(S116)。一方、異常データ検知部15で異常が検知されなかった場合には(S115)、作業者端末装置2Aにだけ結果が送信される(S117)。このようにして、装置ログデータの異常を検知することができる。
- [0112] 半導体製造装置において1ロットのウェハが処理される毎に装置ログデータに異常がないか判定されるため、規格外の不良ウェハをリアルタイムに検出することができる半導体集積回路装置の製造方法を提供することができる。したがって、ウェハが完全に不良品となることを未然に防止することができる。
- [0113] また、装置ログデータの異常をリアルタイムに検出することができるため、ウェハの大・量不良の原因となる半導体製造装置およびプロセスの異常を早期に発見することができる。
- [0114] メール機能を使用して検知結果をエンジニアのコンピュータへ配信することができるため、エンジニアが異常を早急に知ることができる。
- [0115] 装置ログデータは、装置の状態を示すデータであるため、装置自体の故障などにより生じた不良ウェハを検出できるほか、プロセス不良が装置ログデータに反映される場合における不良ウェハも検出することができる。
- [0116] また、装置ログデータは、ウェハが処理される毎に半導体製造装置から出力されるため、ウェハと装置ログデータは、1対1の対応がとれている。したがって、抜き取り検査において検査されないウェハに対しても異常を検出することができる。
- [0117] 次に、装置アラームデータを使用して異常を検知する動作について説明する。まず、半導体製造装置1Aより装置アラームデータが送信されるが、装置アラームデータは上述したように作業者端末装置2A、データハンドリングサーバ3A、設備データ管

理サーバ4などを経由して最終的に異常検知サーバ5に入力される。

[0118] 続いて、図28に示すように、異常検知サーバ5内の装置アラームデータ記憶部11に装置アラームデータが記憶される(S201)。そして、装置アラームデータ記憶部11に記憶された装置アラームデータは、異常データ検知部15に入力される(S202)。異常データ検知部15は、装置アラームデータが第2検知条件記憶部14に記憶されている致命的アラームデータ設定ファイル14aに設定されている致命的アラームデータに一致するかを判定する(S203)。

[0119] 装置アラームデータが致命的アラームデータに一致する場合には、作業者端末装置2AやエンジニアPC6にエラー表示を行なう(S204)。装置アラームデータが致命的アラームデータと一致しない場合には、さらに不要データ設定ファイル14bに設定されている不要データに一致するかを判定する(S205)。不要データに装置アラームデータが一致する場合、異常の検知は行なわず処理を終了する。一方、不要データに装置アラームデータが一致しない場合には、続いて、増発監視データ設定ファイル14cに設定されている増発監視データと装置アラームデータが一致するかを判定する(S206)。

[0120] 増発監視データに装置アラームデータが一致する場合、所定時間の発生回数が設定より多いか判断する(S207)。所定時間の発生回数が設定より多い場合には、作業者端末装置2AやエンジニアPC6にエラー表示を行なう(S208)。一方、所定時間の発生回数が設定より少ない場合は、異常の検知は行なわず処理を終了する。

[0121] 増発監視データに装置アラームデータが一致しない場合、増発監視データ設定ファイル14cにデフォルト登録がなされているかを判定する(S209)。デフォルト登録がなされていない場合には、異常の検知は行なわず処理を終了する。一方、デフォルト登録されている場合、所定時間の発生回数がデフォルト設定より多いか判定する(S210)。所定時間の発生回数がデフォルト設定より多い場合には、作業者端末装置2AやエンジニアPC6にエラー表示を行なう(S211)。一方、所定時間の発生回数がデフォルト設定より少ない場合は、異常の検知は行なわず処理を終了する。このようにして、装置アラームデータを使用して異常を検知することができる。

[0122] 装置アラームデータの異常をリアルタイムに検出することができるため、ウェハの大

量不良の原因となる半導体製造装置およびプロセスの異常を早期に発見することができる。

[0123] 本実施の形態1では、過去データ記憶部4aに記憶されている過去データを使用して平均値および標準偏差を算出し、算出した平均値および標準偏差を用いて上下限値を設定し異常の検知を行なっている。このように過去データから平均値および標準偏差を算出して上下限値を求めるロジックを使用して解析シミュレータを構成することも可能である。すなわち、エンジニアが上下限値を設定する場合、上下限値の最適化を図ることは難しい。しかし、上記した解析シミュレータを使用すれば検知条件や装置ログデータを選んで検知率や虚報率を瞬時にシミュレーションし、設定条件の最適化を図ることができる。

[0124] (実施の形態2)

本実施の形態2は、前記実施の形態1で説明した異常検知システムを具体的に露光装置(ステッパ)に適用したものである。露光装置は、MOS (Metal Oxide Semiconductor)トランジスタを含む半導体集積回路装置の製造工程で使用されるものであり、例えば、ウェハ上に配線やMOSトランジスタのゲート電極を形成するための工程で使用される。すなわち、配線やゲート電極を加工するため、半導体ウェハ上に塗付したレジスト膜のパターニング工程に使用される。具体的にゲート電極を形成する工程を例にすると、ゲート絶縁膜を形成したウェハ上に例えばポリシリコン膜よりなる導電膜を形成する。そして、この導電膜上にレジスト膜を塗付する。そして、この塗付したレジスト膜に対してパターニングを施す際に露光装置が使用される。本実施の形態2において露光装置は、例えばゲート電極を加工する際に使用されるレジスト膜のパターニングに使用される。

[0125] 図29は露光装置によって実際に計測されたウェハ30の下地パターン31と露光装置が装置内に有している理想格子32を模式的に示したものである。図29に示すように露光装置は計測した下地パターン31と理想格子32との間にずれが生じた場合、露光装置内でそれを補正する機能を有している。例えば、下地パターン31に対して精度良くパターンの焼付けを行なうためにグローバルアライメント処理を行なう。

[0126] しかし、グローバルアライメント処理で誤計測が発生すると、実際にはずれていない

のに仮想のずれを補正して露光することになる。この場合、焼き付けるパターンと下地パターンとがずれてしまいウェハの不良が生じることになる。このため、通常の半導体製造工場では、1ロット分あるいは1パッチ分のウェハの中から1枚のウェハを抜取り、抜取り検査を実施している。しかし、グローバルアライメント処理はウェハを処理する毎に行なわれるため、ウェハ単位でランダムにグローバルアライメントの誤計測が発生する可能性がある。したがって、抜取り検査では、グローバルアライメント処理の異常を検知することは困難である。

[0127] グローバルアライメント処理では、下地パターン31と理想格子32とのずれ量を示すグローバルアライメント計測データ(位置合わせ計測データ)が装置ログとして露光装置から出力される。そこで、本実施の形態2では、このグローバルアライメント計測データを使用して異常を検知する。露光装置が下地パターン31と理想格子32との間でありもしないずれを誤検出した場合、装置ログであるグローバルアライメント計測データに突発的な飛びが発生することが確認されている。したがって、グローバルアライメント計測データに突発的な飛びが生じたかを検知することにより、規格から外れたウェハの早期発見をすることができる。

[0128] 図30に具体的にグローバルアライメント計測データに突発異常が発生した様子を示す。横軸はウェハNoを示しており、縦軸は装置ログデータであるグローバルアライメント計測データを示している。図30を見て分かるように、ほとんどのグローバルアライメント計測データは「0. 10」と「0. 15」との間の値をとっているが、ウェハNo「8」に対応するグローバルアライメント計測データが突発的に突出し「0. 40」の値を取っている。このとき、しきい値として「0. 30」を取っているため、ウェハNo「8」に対応するグローバルアライメント計測データが異常であると検知される。したがって、本実施の形態2によれば、パターンずれを起して規格外となっているウェハを特定し検知することができる。異常を検知されたウェハにおいては、ずれが生じているパターンが転写されたレジスト膜が除去され、新たにレジスト膜が塗布された後、再び露光・現像することにより正常なパターンが形成される。このようにして、異常を検知されたウェハを救済することができる。

[0129] また、本実施の形態2における半導体集積回路装置の製造方法で使用される異常

検知システムには複数台の露光装置が接続されているが、接続されている複数台の露光装置において同じように異常が発生するものではなく、特定の露光装置で特定の製品を製造する場合に異常が頻繁に現われるという場合がある。このような露光装置および製品の組み合わせは、本異常検知システムによる異常の検知を続けることによって特定できる。したがって、特定した露光装置およびそこで製造される製品の組み合わせに対して、装置条件の最適化や着工条件の最適化を図ることにより異常の発生を低減することができる。

[0130] (実施の形態3)

本実施の形態3は、前記実施の形態1で説明した異常検知システムを具体的にエッチング装置に適用したものである。エッチング装置は、ウェハやウェハ上に形成された膜をエッチングするための装置であり、MOSトランジスタを含む半導体集積回路装置の製造工程で使用される。例えば、ウェハ上にMOSトランジスタなどの素子を電気的に分離する素子分離溝を形成する際に使用される。具体的に素子分離領域はウェハ上に酸化シリコン膜および窒化シリコン膜を順次形成した後、フォトリソグラフィ技術を使用してパターニングされる。パターニングは、素子分離領域を形成する領域に形成されている酸化シリコン膜および窒化シリコン膜を除去するように行なう。そして、このパターニングされた酸化シリコン膜および窒化シリコン膜をマスクとして、エッチング装置を用いて露出したシリコンのエッチングを行い、素子分離溝を形成するものである。その後は、エッチングにより形成した素子分離溝に酸化シリコン膜を埋め込むことにより素子分離領域が形成される。本実施の形態3においてエッチング装置は、例えば上記したような素子分離溝を形成する工程で使用される。

[0131] 図31は、上記したエッチング装置の概略構成を示した図である。図31において、エッチング装置は、エッチングチャンバ35、トランスファーチャンバ36、ロードロックチャンバ37、ステージ38、APC(Auto Pressure Control)バルブ39、ポンプ40、ゲートバルブ41を有している。

[0132] エッチングチャンバ35は、エッチング処理を行なうチャンバであり、内部にはウェハを配置するためのステージ38が設けられている。ステージ38は電極としての役割も有している。また、エッチングチャンバ35は、APCバルブ39を介してポンプ40と接続

されている。

[0133] APCバルブ39は、エッチングチャンバ35内の圧力を調整するために設けられており、開口度を調整できるようになっている。この開口度は装置ログデータとしてエッチング装置から出力されるようになっている。また、ポンプ40は、エッチングチャンバ35内の気体を排気するために設けられている。

[0134] ゲートバルブ41は、エッチングチャンバ35とトランスファーチャンバ36との間を開閉できるようになっているバルブであり、Oリングを有している。

[0135] 上記のように構成されたエッチング装置におけるウェハのエッチングは、ウェハをステージ38上に配置した状態で、エッチングチャンバ35内にエッチングガスを導入することにより行なわれる。このとき、APCバルブ39は所定の開口度になっており、エッチングによる反応ガスがこのAPCバルブ39を通じて外部へ排気されている。具体的に、このエッチング装置で行なわれるエッチング工程は、例えばウェハ上に素子を分離するための素子分離溝を形成する工程とする。

[0136] エッチングチャンバ35内でエッチングを行なう場合、このエッチングチャンバ35とトランスファーチャンバ36との間に設けられているゲートバルブ41は閉じられている。しかし、ゲートバルブ41内にあるOリングが劣化しているとゲートバルブ41が閉じられていてもリークが生じる。すなわち、トランスファーチャンバ36内に存在する窒素ガスがトランスファーチャンバ36より圧力の低いエッチングチャンバ35内にリークする。すると、エッチングチャンバ35内の圧力が上昇する。このため、上昇したエッチングチャンバ35内の圧力を下げようと、APCバルブ39の開口度は大きくなる。

[0137] APCバルブ39の開口度が大きくなるとエッチングチャンバ35内に存在するエッチングガスの排気される量も多くなる。したがって、エッチング反応が相対的に減少し、ウェハに形成される素子分離溝の深さが浅くなり不良となる。

[0138] そこで、本実施の形態3は、装置ログデータとしてAPCバルブ39の開口度を使用することにより、上記したエッチング装置の不具合に基づくプロセス異常を検知するものである。すなわち、APCバルブの開口度が大きくなった場合、エッチングチャンバ35内へ窒素がリークしたものとして異常を検知する。

[0139] 図32にエッチング処理するウェハのウェハNoと装置ログデータであるAPCバルブ

39の開口度の関係を示す。横軸はウェハNoを示しており、縦軸はAPCバルブ39の開口度(%)を示している。なお、図32には、独立した別個の2つのエッチングチャンバC1、C2についてのデータが記載されている。

[0140] 図32を見て分かるように、エッチングチャンバC2についての開口度は、「13%」～「14%」の間の値で安定して推移している。一方、エッチングチャンバC1についての開口度は、ウェハNo「1」～ウェハNo「約180」までの間では、「12%」～「13%」で安定して推移しているが、ウェハNo「約180」付近で著しく上昇して開口度が「15%」～「16%」になっている。そして、ウェハNo「約200」～「約240」付近で開口度が「17%」～「18%」となり、その後、開口度は、「15%」～「16%」の間で推移している。したがって、開口度の異常を検知するためのしきい値として例えば「15%」に設定することにより、最初に生じた開口度の上昇を異常と検知することができる。

[0141] 開口度の異常が検知された場合、作業者は実際にリークが生じているかを調べることにより不良ウェハの大量の作り込みを未然に防止することができる。

[0142] (実施の形態4)
本実施の形態4は、前記実施の形態1で説明した異常検知システムを具体的にプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)装置に適用したものである。プラズマCVD装置は、ウェハ上に膜を形成するための装置であり、MOSトランジスタを含む半導体集積回路装置の製造工程で使用される。例えば、ウェハ上にMOSトランジスタなどの素子を形成した後、このMOSトランジスタ上に層間絶縁膜を形成する際に使用される。層間絶縁膜はウェハ上にMOSトランジスタを形成した後、このMOSトランジスタ上にプラズマCVD装置を使用して酸化シリコン膜を堆積することにより形成される。具体的に層間絶縁膜となる酸化シリコン膜は、例えばTEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate)を原料として形成することができる。本実施の形態4においてプラズマCVD装置は、例えば上記したような層間絶縁膜を形成する工程で使用される。

[0143] 図33は、プラズマCVD装置の概略構成を示した図である。図33において、プラズマCVD装置は、チャンバ50、下部電極(サセプタ)51、上部電極53、マッチャー(機能部分)54、RF(Radio Frequency)電源55を有している。

[0144] 下部電極51上には、成膜処理を行なうウェハ52が配置される。上部電極53は、シ

ヤワー電極となっており、プラズマ化したガスをチャンバ50内に導入することができるようになっている。

[0145] また、チャンバ50とRF電源55との間にはマッチャー54が設置されている。このマッチャー54は、インピーダンス整合をとるために設けられている。RF電源55は、例えば13. 56MHzの高周波電圧を発生できるように構成されている。

[0146] マッチャー54は正常に機能している場合、RF反射波を出さないが、使用し続けて劣化してくるとマッチャー54からRF反射波が出力され、次第にRF反射波の出力が増加してくる。このように、マッチャー54からRF反射波が出力されるようになるとマッチャー54に接続されているRF電源55に悪影響を及ぼし、RF電源の故障を引き起こす。このため、プラズマCVD装置では、マッチャー54から出力されるRF反射波平均値が20Wを超え、この状態が5秒間連続した場合、プラズマCVD装置のインターロック機能により、RF電源55の出力を遮断するようになっている。このようにインターロックがかかるとウェハの成膜処理の途中でRF電源55の出力が遮断されるため、ウェハ上に形成する膜の膜厚が規定値に達せずウェハスクラップが生じる。

[0147] そこで、本実施の形態4は、装置ログデータとしてRF反射波平均値を使用することにより、プラズマCVD装置によるインターロックがかかる前にマッチャー54の異常を検知するものである。すなわち、RF反射波平均値を常時監視することにより、ウェハスクラップを未然に防止するものである。

[0148] 図34に、マッチャー54の不良発生時におけるRF反射波平均値の推移を示す。横軸はウェハの枚数を示しており、縦軸はRF反射波平均値を示したものである。図34を見て分かるように、ウェハの処理枚数が120枚程度まではマッチャー54から出力されるRF反射波平均値は20W以下となっている、そして、ウェハの処理枚数が120枚付近でRF反射波平均値が一時的に20Wを超えて30Wになる。その後は、再びRF反射波平均値は20W以内に収まるが、ウェハ処理枚数が約220枚付近でRF反射波平均値が一時的に60Wを超えるようになる。そして、ウェハ処理枚数が約250枚付近でRF反射波の出力が120Wを超え、装置によるインターロックがかかり、マッチャー54の不良が発生する。その後、マッチャー54を交換するとRF反射波は、ほとんど出力されないことがわかる。

[0149] 図34に示すように、徐々にマッチャー54が劣化してくると、装置によるインターロックがかかる前であっても、マッチャー54から出力されるRF反射波平均値は、一時的に(5秒間継続せず)20Wを超えることがあることがわかる。したがって、RF反射波平均値の異常を判定するしきい値が、前記実施の形態1で述べたように過去データより算出した標準偏差に基づき例えば20Wを超える30Wに設定されることにより、インターロックがかかるウェハ処理枚数が約250枚付近より前の段階でマッチャー54の異常を検知することができる。すなわち、例えば、20W以上の反射波平均値の出力が連続して5秒間続いた場合を条件として装置にインターロックをかける方式では、20W以上の反射波平均値異常が発生した場合、マッチャー54が不良となったと判断して装置電源が停止してしまい、着工中のウェハがスクラップになってしまふ。これに対し、本実施の形態4では、装置電源が停止してしまう程の異常が生じる前の前駆的な異常を察知することにより、ウェハスクラップをなくすことができる。すなわち、本実施の形態4における異常検知システムによれば、装置電源をダウンさせずに軽微な異常を検知するものであるため、着工中のウェハを救済することができる。

[0150] ここで、5秒間継続して20Wを超えたときにインターロックがかかる例を説明したが、この条件を変えることも考えられる。しかし、このインターロックは、今の場合、装置製造時に決定されていて変更することができない。また、インターロックで検知する場合は、装置電源がダウンし、ウェハの回復が不可能なため、ウェハスクラップが生じる。したがって、装置電源をダウンさせずに前駆的な軽微な異常を検知してウェハへの救済を行なう本実施の形態4の異常検知システムが有効であることがわかる。

[0151] また、インターロックでは、設定可能なものもある。しかし、多品種少量製品を製造する場合のように数多くの設定を適切に行なわなければならず設定困難である。これに対し、本実施の形態4では、前記実施の形態1で説明したように過去データを使用して自動的に適切なしきい値を設定できるため、適切なしきい値設定を簡便に行なうことができる。

[0152] このように本実施の形態4の異常検知システムによれば、装置ログデータであるRF反射波平均値を監視することで、マッチャー54の異常を早期に発見することができる。したがって、ウェハスクラップを未然に防止することができるとともにマッチャー54を

交換する時期の適正化を図ることができる。また、マッチャー54をRF反射波の少ない正常な状態で使用し続けることができるるので、マッチャー54に接続されているRF電源55の寿命を長くすることができる。

[0153] (実施の形態5)

本実施の形態5は、前記実施の形態1で説明した異常検知システムを具体的にCVD(Chemical Vapor Deposition)装置に適用したものである。CVD装置は、ウェハ上に膜を形成するための装置であり、MOSトランジスタを含む半導体集積回路装置の製造工程で使用される。例えば、コンタクトホールにタンゲステン膜を埋め込んでプラグを形成する際にCVD装置が使用される。具体的にウェハ上にMOSトランジスタなどの素子を形成した後、このMOSトランジスタ上に層間絶縁膜を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を使用してこの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した後、このコンタクトホールにスパッタリング法を使用してチタン／窒化チタン膜を形成する。その後、CVD装置を使用してコンタクトホールにタンゲステン膜を埋め込み、プラグが形成される。本実施の形態5においてCVD装置は、例えば上記したようなプラグを形成する工程で使用される。

[0154] 図35は、CVD装置の概略構成を示した図である。図35において、CVD装置は、シャワーベース60、シャワーヘッド61、リフレクタ62、リフターピン63、アタッチメント64、クランプリング65、クオーツウインドウ66、ランプ67、ランプハウス68、サセプタ69および熱電対70を有している。

[0155] 上記のCVD装置において、ウェハはサセプタ69上に配置され、クランプリング65によって固定される。そして、ウェハはクオーツウインドウ66下に設置されたランプ67によって加熱される。加熱する複数のランプ67はランプハウス68に格納されている。ウェハ温度はサセプタ69に接続している熱電対70により制御されている。ランプハウス68の内面には反射効率を高めるために金メッキ(成分)が施されている。また、シャワーヘッド61より成膜するための原料ガスがウェハ上に導入される。

[0156] ウェハは、ランプハウス68に格納された複数のランプ67によって加熱されるが、ランプ67は通常、最大ランプパワーに対して約40%～50%のパワーで動作する。しかし、ランプハウス68に格納されたランプ67の中に寿命などにより正常に動作しないラン

プ67が生じると、そのランプによる出力の低下をカバーするように周辺に存在する他のランプ67のパワーが上昇する。ランプ67のパワーが上昇すると消費電流が増加し、過電流が発生し装置電源がダウンする不良が発生する。また、過電流は、クオーツウインドウ66のくもりや一部のランプ67によるショートなどによっても発生する。

[0157] ランプ67のパワーの上昇は、ランプハウス68の内面に形成されている金メッキを溶かし、ランプハウス68の不良を引き起こしたり、ランプパワー上昇による膜質変動や装置電源がダウンすることによる着工中のウェハのスクラップといった問題を引き起こす。

[0158] そこで、本実施の形態5は、装置ログデータとしてランプ67のパワーを使用することにより、装置電源がダウンする前にランプ67の異常を検知するものである。すなわち、ランプ67のパワーを常時監視することにより、ウェハスクラップを未然に防止するものである。

[0159] 図36は、トラブル発生時におけるランプ67のパワー(最大ランプパワーに対する比率)と推移を示した図である。横軸は時刻を示しており、縦軸はランプ67のパワーを示している。なお、図36には、ランプハウス68に格納されたランプ67のうち、5つのランプのパワーを同時に記載している。

[0160] 図36を見てわかるように3時間36分経過付近までは、ランプ67のパワーは50%～60%の範囲に収まっており、その後、次第にランプ67のパワーが上昇して60%のラインを超える、6時間を超えた付近でランプ67のパワーが70%から90%の範囲に入る程度に急上昇していることがわかる。そして、ランプ67のパワー急増している時刻において、過電流による装置電源のダウンが発生している。

[0161] ランプ67のパワーが急上昇する前において、ランプ67のパワーが次第に上昇している。このため、ランプ67のパワー異常を判定するしきい値が、前記実施の形態1で述べたように過去データより算出した標準偏差に基づき、例えば60%に設定されることにより、装置電源がダウンする前の段階でランプ67のパワーの軽微な異常を検知することができる。このように本実施の形態5の異常検知システムによれば、装置ログデータであるランプ67のパワーを監視することで、ランプ67のパワー異常を早期に発見することができる。したがって、装置電源のダウンによるウェハスクラップを未然に

防止することができるとともにランプハウス68の長寿命化を図ることができる。すなわち、本実施の形態5における異常検知システムによれば、装置電源をダウンさせずに軽微な異常を検知するものであるため、着工中のウェハを救済することができる。

[0162] ここで、インターロックを使用することも考えられるが、インターロックでは装置電源がダウンし、処理中のウェハのスクラップが生じるとともに多品種少製品を製造する場合のように数多くの設定を適切に行なわなければならず設定困難である。これに対し、本実施の形態5では、装置電源をダウンさせずに前駆的な軽微な異常を検知してウェハの救済を行なうことができるとともに、前記実施の形態1で説明したように過去データを使用して自動的に適切なしきい値を設定できるため、適切なしきい値設定を簡便に行なうことができる。

[0163] また、装置アラームを使用することも考えられるが、本実施の形態では装置アラームが発せられる前の軽微な異常を検知できるので、異常を早期に検知することができる。

[0164] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0165] 本発明の半導体集積回路装置の製造方法は、半導体集積回路装置を製造する製造業に幅広く利用することができる。

請求の範囲

[1] (a) 半導体ウェハを処理する半導体製造装置から出力されるデータであつて、前記半導体製造装置の状態を示す装置ログデータを装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、
(b) 前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記装置ログデータに異常データがないかを異常データ検知部で検知する工程と、
(c) 前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備える半導体集積回路装置の製造方法。

[2] さらに、前記半導体ウェハを所定枚数処理した後に前記半導体製造装置から出力される終了信号を終了信号受信部で受信する工程を備え、
前記(b)工程は、前記終了信号受信部で前記終了信号を受信すると、前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記装置ログデータに前記異常データがないかを検知することを特徴とする請求項1記載の半導体集積回路装置の製造方法。

[3] 前記(b)工程は、前記装置ログデータに許容範囲から突出した突発的な異常があるかを検知する請求項1記載の半導体集積回路装置の製造方法。

[4] 前記許容範囲は、予め設定されている上下限値あるいは前記装置ログデータの平均値に対して予め設定されている一定の幅により決定されている請求項3記載の半導体集積回路装置の製造方法。

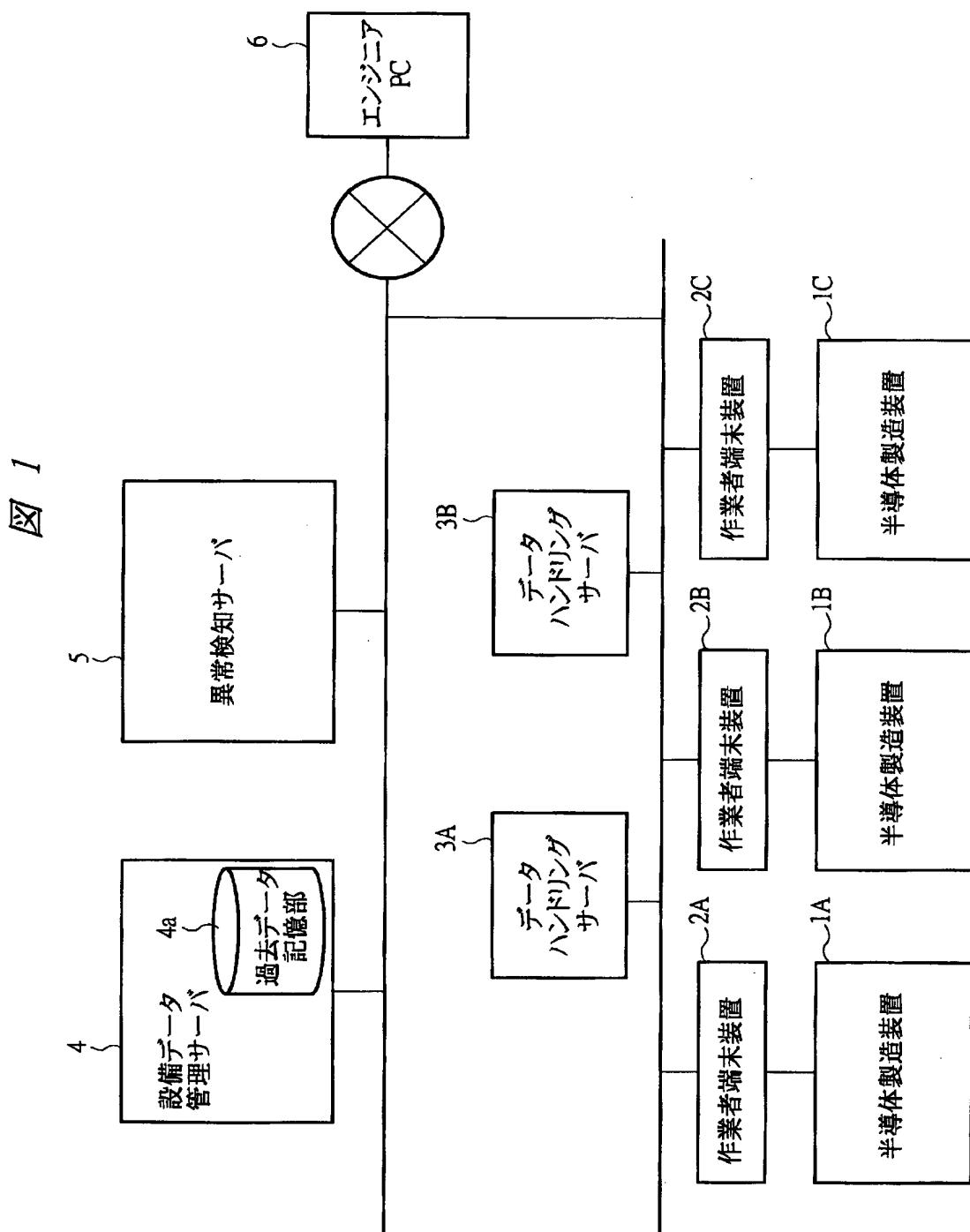
[5] 前記装置ログデータは複数のヘッダを含み、
前記(b)工程は、
(b1) 前記装置ログデータの前記ヘッダを指定した検索キーを取得する工程と、
(b2) 取得した前記検索キーで指定される前記ヘッダの内容が前記装置ログデータと一致する過去データを過去データ記憶部から抽出する工程と、
(b3) 抽出した前記過去データから標準偏差を算出する工程と、
(b4) 算出した前記標準偏差に基づいて、前記装置ログデータに前記異常データがないかを検知する工程とを有する請求項1記載の半導体集積回路装置の製造方法。

[6] 前記結果出力部は、前記半導体製造装置に接続された作業者端末装置あるいは

エンジニアが使用するコンピュータを含む請求項1記載の半導体集積回路装置の製造方法。

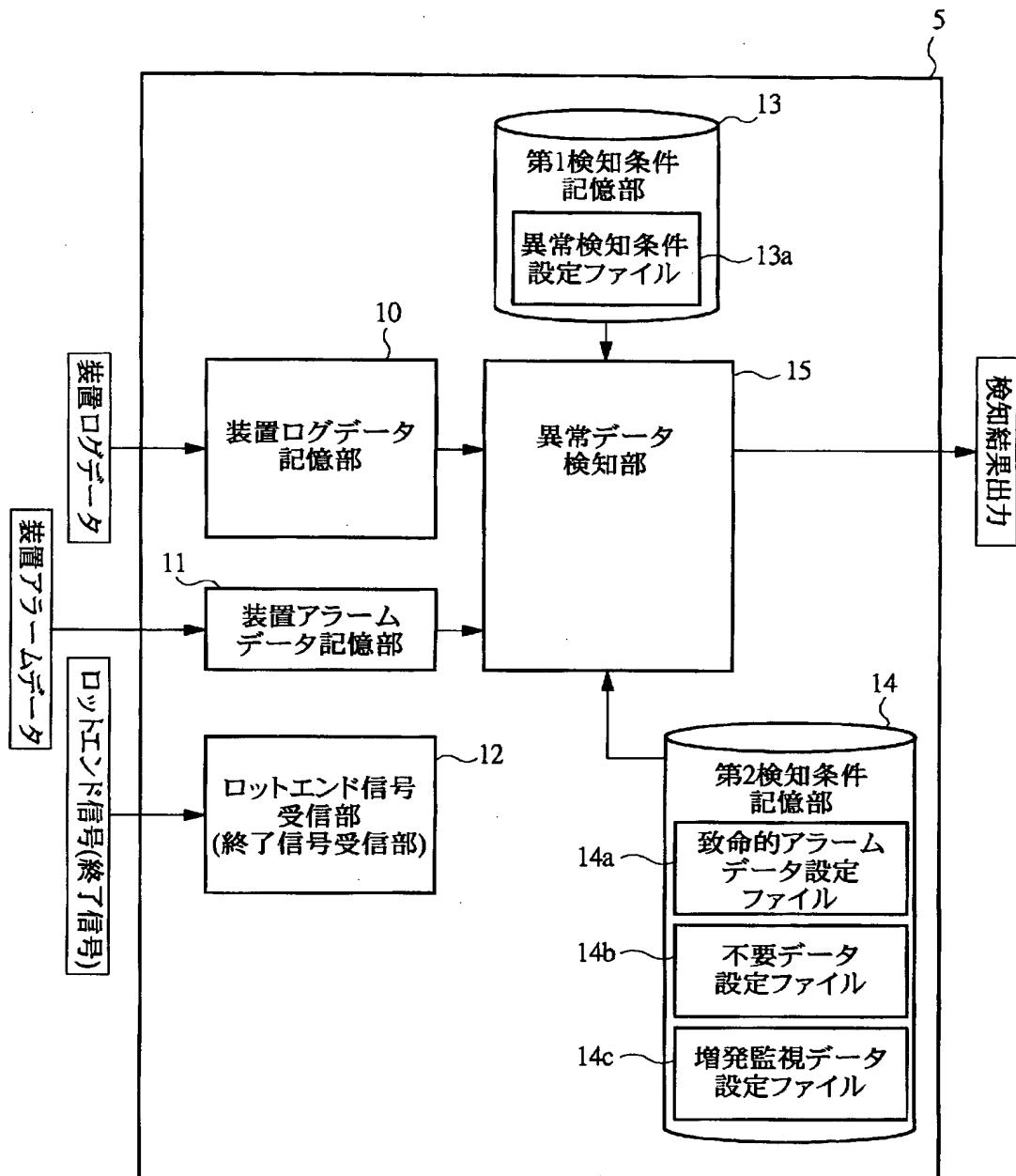
- [7] (a) 半導体ウェハを処理する半導体製造装置から出力されるデータであって、前記半導体製造装置の異常を示す装置アラームデータを異常データ検知部に入力する工程と、
(b) 入力した前記装置アラームデータに基づき、前記半導体ウェハを処理する上で異常とするかを前記異常データ検知部で検知する工程と、
(c) 前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備える半導体集積回路装置の製造方法。
- [8] 前記(b)工程は、入力した前記装置アラームデータが予め登録しておいた致命的アラームデータに該当する場合に異常であると検知する請求項7記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- [9] 前記(b)工程は、入力した前記装置アラームデータが予め登録しておいた増発監視データに該当するとともに所定時間に所定回数以上前記異常データ検知部に繰り返し入力される場合に異常であると検知する請求項7記載の半導体集積回路装置の製造方法。
- [10] (a) 半導体ウェハ上に膜を成膜する半導体製造装置であって、前記半導体ウェハを加熱するためのランプと前記ランプを複数個格納するランプハウスとを有する前記半導体製造装置から、個々の前記ランプのランプパワーを出力して装置ログデータ記憶部に記憶する工程と、
(b) 前記装置ログデータ記憶部に記憶されている前記ランプパワーの中に所定値より大きなものがないかを異常データ検知部で検知する工程と、
(c) 前記異常データ検知部で検知した結果を結果出力部へ出力する工程とを備える半導体集積回路装置の製造方法。

[図1]



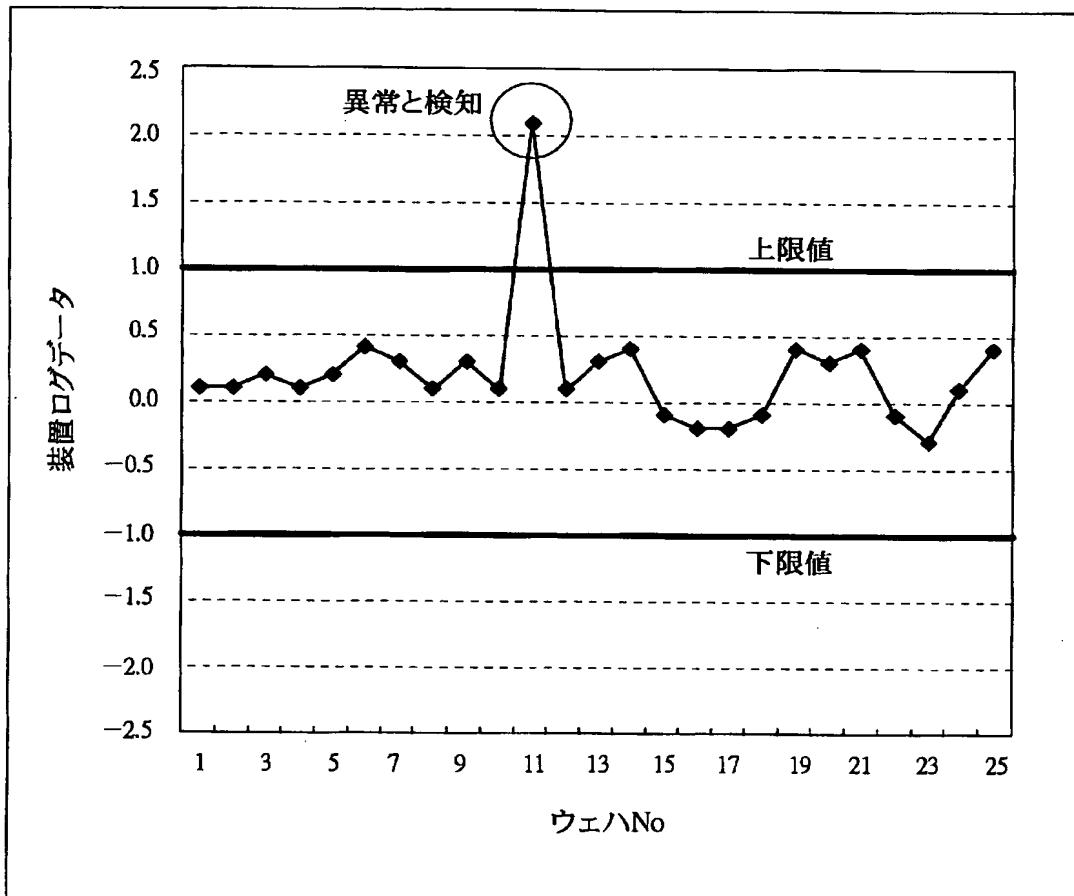
[図2]

図 2



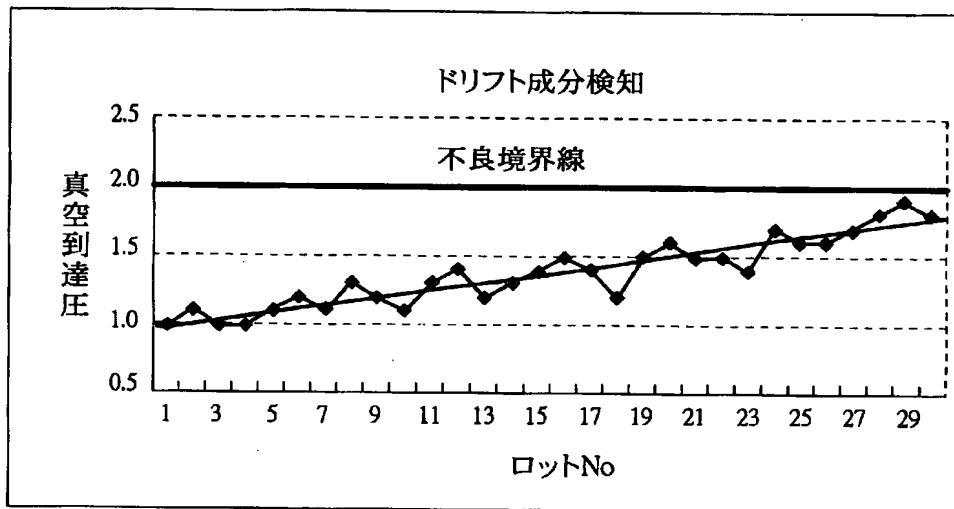
[図3]

図 3



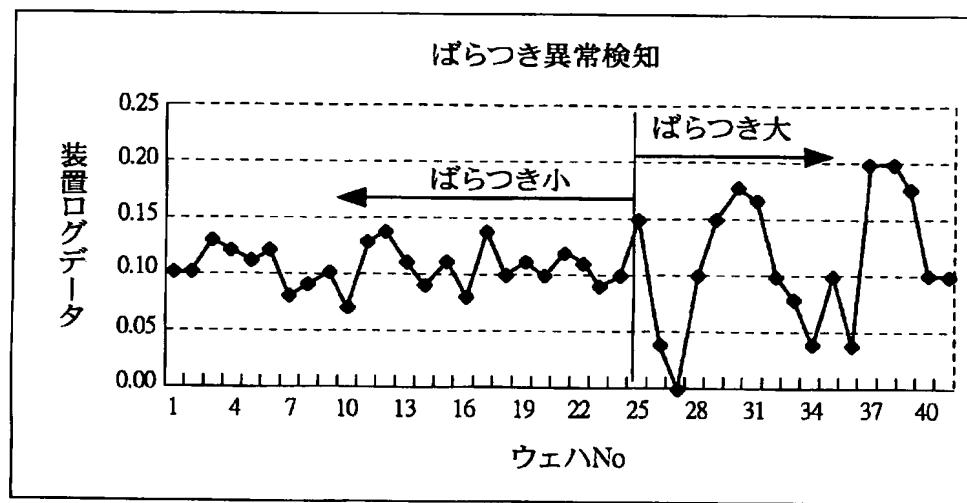
[図4]

図 4



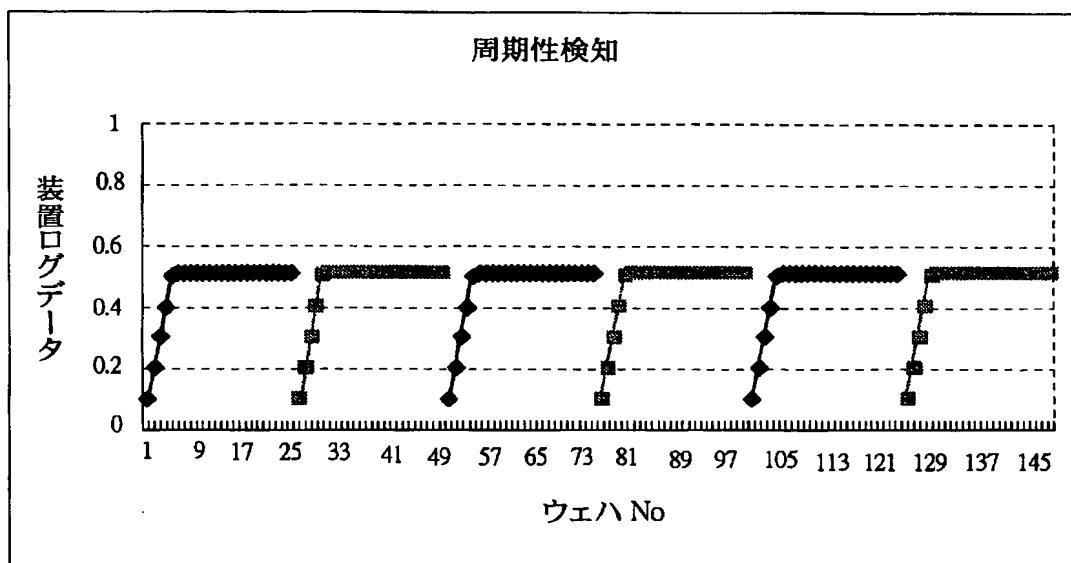
[図5]

図 5



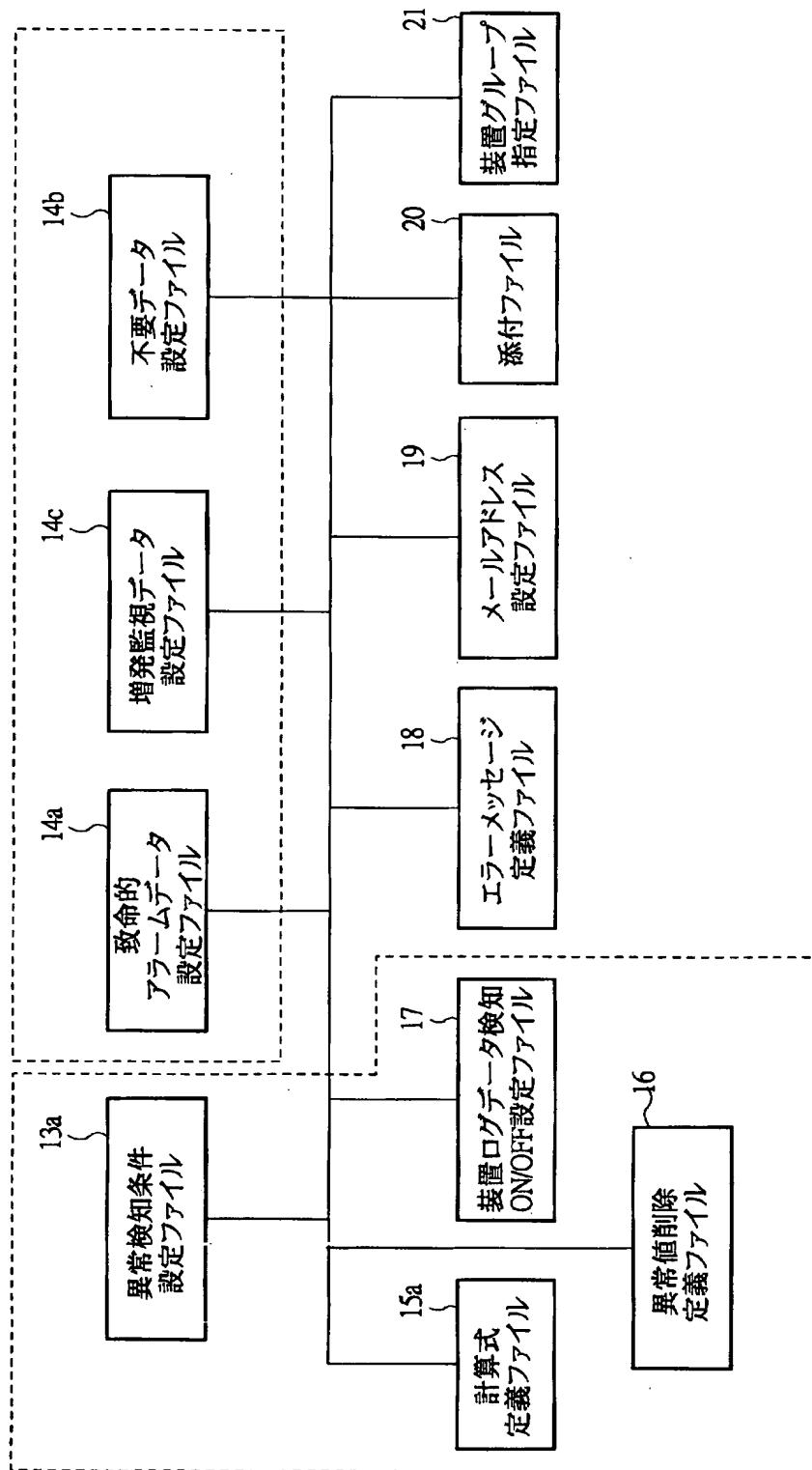
[図6]

図 6



[図7]

図 7



[図8]

図 8

| 検索キー | | | | | | 装置ログデータ設定部 | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|--------|------------|-----|-----|----------------|-----------------------|------------|------------------|
| No | レジビNo | 装置名 | 設定キー | 検索キー | チャンバID | ステップID | 製品名 | 工程名 | パラメータ設定 備考欄 | 作業者 端末表示 ON/OFF | メール 配信先 | 装置ログデータ 装置側名称 |
| 1 | | A | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G1 |
| 2 | | A | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G2 |
| 3 | | B | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G3 |
| 4 | | B | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G4 |
| 5 | | A-J | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G5 |
| 6 | | A-KF | Key | | | | Key | Key | | ON | 全員 | G6 |

| 共 通 | | | 検索データ数 | σ 異常判定 | 上下限値判定 | | 幅異常判定 | | 備考欄 | | | |
|------|--------------|------------|-------------------|---------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|--------------|-----|--|
| 判定方式 | エラー メッセージ | 添付 ファイル | 装置メンテ時 リセットフラグ | 登録日付 | 最大 データ数 | σ 係数 | 判定 ON/OFF | 上限 しきい値 | 下限 しきい値 | 判定 ON/OFF | 正常幅 | |
| ロット内 | 1 | 101 | | 2003/1/31 | 3 | 25 | ON | 3 | | | | |
| ロット内 | 1 | 101 | | 2003/1/31 | 3 | 25 | ON | 3 | | | | |
| ロット内 | 1 | | | 2003/1/31 | 3 | 25 | ON | 3 | | | | |
| ロット内 | 1 | | | 2003/1/31 | 3 | 25 | ON | 3 | | | | |
| 連続 | 4 | | | 2003/1/31 | | | | ON | 0.05 | 0.01 | | |
| 連続 | 6 | | | 2003/1/31 | | | | ON | 0.05 | 0.01 | | |

[図9]

図 9

| 装置名称 | 半導体 メーラ | 波長 | 装置グルーピング名称 | | | | | |
|------|------------|-----|------------|---|-----|-------|-----|-------|
| | | | A | B | A-I | A-KrF | B-I | B-KrF |
| F-01 | A | I線 | ○ | | ○ | | | |
| F-02 | A | I線 | ○ | | ○ | | | |
| F-03 | A | I線 | ○ | | ○ | | | |
| F-04 | A | I線 | ○ | | ○ | | | |
| F-05 | A | I線 | ○ | | ○ | | | |
| E-01 | A | KrF | ○ | | | ○ | | |
| E-02 | A | KrF | ○ | | | ○ | | |
| E-03 | A | KrF | ○ | | | ○ | | |
| E-04 | A | KrF | ○ | | | ○ | | |
| N-01 | B | I線 | | ○ | | | ○ | |
| N-02 | B | I線 | | ○ | | | ○ | |
| N-03 | B | I線 | | ○ | | | ○ | |
| N-04 | B | I線 | | ○ | | | ○ | |
| E-08 | B | KrF | | ○ | | | | ○ |
| E-09 | B | KrF | | ○ | | | | ○ |
| E-10 | B | KrF | | ○ | | | | ○ |
| E-11 | B | KrF | | ○ | | | | ○ |
| E-12 | B | KrF | | ○ | | | | ○ |

[図10]

図 10

| 装置ログデータ | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 装置コード | 装置名称 | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G9 | G10 |
| 24042 | F-01 | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON | ON | ON |
| 2404L | F-02 | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON | ON | ON |
| 2404M | F-03 | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON | ON | ON |
| 2404N | F-04 | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON | ON | ON |
| 2404O | F-05 | ON | ON | OFF | OFF | ON | ON | ON | ON | ON | ON |
| 2404H | E-01 | OFF | OFF | ON | ON | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| 2404D | E-02 | OFF | OFF | ON | ON | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| 2404E | E-03 | OFF | OFF | ON | ON | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |

[図11]

図 11

| 装置ログデータ の種類 | 製品 | 工程 | 装置 | 下限 | 上限 |
|---------------------------|----------|----|----|------|------|
| グローバル アライメント計測 シフトX | α | 1 | #1 | 0.1 | 0.5 |
| | | 2 | | 0 | 0.8 |
| | | 3 | | 0.4 | 1 |
| | | 4 | | 0.8 | 1.2 |
| | | 1 | #2 | 0.2 | 0.6 |
| | | 2 | | -0.5 | -0.3 |
| | | 3 | | 0.1 | 0.8 |
| | | 4 | | 1.2 | 1.8 |

[図12]

図 12

| 装置ログデータ の種類 | 製品名 | 工程名 | 装置名 | σ 係数 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| グローバル アライメント計測 シフトX | key | key | key | 3 |

[図13]

図 13

| 装置ログデータのヘッダ | |
|-------------|----------|
| 製品名 | : α |
| 工程名 | : 3 |
| 装置名 | : #1 |
| ロットNo | : G0001 |
| レシピNo | : レジスト塗布 |

[図14]

図 14

| No | 検知項目内容 | 計算式 | 計算用 パラメータP1 | 計算用 パラメータP2 | 計算用 パラメータP3 | 計算用 パラメータP4 |
|----|--------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | パラメータZ | $(\text{Ch1} + \text{Ch4})/2 - (\text{Ch2} + \text{Ch5})/2$ | Ch1 | Ch2 | Ch4 | Ch5 |

[図15]

図 15

| エラーNo | サマリー表示 | エラーメッセージ内容 |
|-------|----------|--|
| 1 | アライメント異常 | アライメント計測結果に異常があります。 合わせズレが起こっている可能性がありますので異常ウェハの合わせ検査を行なって下さい。 合わせ検査結果に問題がなければ払い出しして下さい。 発生するようであれば(生技)に連絡下さい。 |
| 2 | アライメント異常 | BLC計測値が異常です。 合わせズレが起こっている可能性がありますので異常ロットの合わせ検査を行なって下さい。 ロット着工途中にシャットダウンもしくはイニシャライズをした場合、前後ウェハで検査を行なって下さい。 合わせ検査結果に問題がなければ払い出しして下さい。 発生するようであれば(生技)に連絡下さい。 |
| 3 | フォーカス異常 | フォーカス計測値が異常です。 フォーカスズレが起こっている可能性がありますので法検査とフォーカスQCを行なって下さい。 ロット着工途中にシャットダウンもしくはイニシャライズをした場合、前後ウェハで検査を行なって下さい。 装置QCデータはコメント欄に記入して下さい。 発生するようであれば(生技)に連絡下さい。 |

[図16]

図 16

ステッパ計測異常が発生しました。
合わせが規格外の可能性がありますので合わせ計測を行なって下さい。
尚、下記表に対象製品を記入し、返信して下さい。

添付ファイルNo: 101

| ロットNo | ウェハNo | 検知項目 | 作業内容 | X方向 | | | Y方向 | | |
|-------|-------|-------------------------|---------|-----|------|------|-----|-----|------|
| | | | | 規格 | 測定結果 | 判定結果 | 規格 | 測定値 | 判定結果 |
| | | グローバル ライメント計測 データ | 合わせ検査実施 | 上限 | | | | | |
| | | | | 下限 | | | | | |

返信

[図17]

図 17

| No | 致命的アラームデータ | 入力者 | 端末表示 ON/OFF | メール 送信先 | アラーム内容 | エンジニア指示内容 |
|----|------------|-----|----------------|------------|--------|-----------|
| 1 | A0001 | | ON | エンジニア | | |
| 2 | A0002 | | ON | エンジニア | | |
| 3 | A0003 | | ON | エンジニア | | |
| 4 | B0*** | | ON | エンジニア | | |

[図18]

図 18

| No | 不要データ | 入力者 |
|----|-------|-----|
| 1 | X0001 | |
| 2 | X0002 | |
| 3 | Y00** | |

[図19]

図 19

| No | 増発監視データ | 監視時間 | 回数 | 入力者 | 端末表示 ON/OFF | メール 送信先 | エンジニア指示内容 |
|----|---------|------|----|-----|----------------|------------|-----------|
| 1 | Z0001 | 2 | 10 | | ON | エンジニア | |
| 2 | Z0002 | 2 | 5 | | ON | エンジニア | |
| 3 | デフォルト | 1 | 10 | | ON | エンジニア | |

[図20]

図 20

| 要素 | インプット |
|------------|---|
| 開始時刻 | 2003/1/10 10:10 |
| 終了時刻 | 2003/1/10 11:00 |
| 製品名 | A |
| 工程名 | X |
| レシピ名 | A-X |
| 装置名 | HE-01 |
| ロットNo | A0001 |
| チャンバー名 | |
| ステップ名 | |
| 装置エラー | 有り |
| エラーメッセージNo | エラーメッセージ内容 |
| 1 | 圧力異常が発生しています。 添付ファイル内容を確認し、ロットの扱い出しをして下さい。 |
| 2 | 注入電流に異常が発生しました。 添付ファイル内容を確認し、ロットの扱い出しをして下さい。 |

[図21]

図 21

| 装置エラーファイル | | | |
|-----------|----------------------------|--------------------------------------|--|
| 装置エラー | 発生時刻 ウェハNo コード 内容 | 15時30分 10 *****-***** 真空圧異常 | |
| | | 15時40分 15 *****-***** 真空圧異常 | |

[図22]

図 22

| ロットNo | ウェハNo | 検知項目 | 検知方式 |
|-------|-------|------|------|
| A001 | 1 | 真空圧 | 上下限値 |
| A001 | 5,10 | 注入電流 | 幅判定 |

[図23]

図 23

| No | 確認内容 | 管理規格 | | | 測定値 | 判定 |
|----|---------------------------|---------|------|------|------|----|
| | | 単位 | 下限 | 上限 | | |
| 1 | ビームライン真空度(無負荷) | E-6Torr | — | 1.00 | 0.56 | OK |
| 2 | ビームライン真空度(クライオゲートバルブ閉) | E-6Torr | 0.11 | — | | |
| 3 | アナライザー真空度(無負荷ビームゲートイン) | E-6Torr | — | 1.00 | | |
| 4 | アナライザー真空度(無負荷ビームゲートアウト) | E-6Torr | — | 1.00 | | |
| 5 | ビームライン真空度(P-RSダミー注入実施時) | E-6Torr | — | 1.00 | | |
| | エラー発生有無(P-RSダミー注入実施時) | — | — | — | | |
| 6 | ビームライン真空度(P-RS30ダミー注入実施時) | E-6Torr | — | 1.00 | | |
| | エラー発生有無(P-RSダミー注入実施時) | — | — | — | | |

送信

[図24]

図 24

| チェックボックス | 発生時刻 | エラー種別 | 装置アラームデータ | ロットNo | ウェハNo | アラーム内容 | エンジニア指示 |
|-------------------------------------|-----------|-------|-------------|-------|-------|--------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:00 | 致命エラー | *****-***** | A0001 | 01 | 真空圧異常 | 装置をストップし、(装管)に連絡して下さい。 製品はストップして下さい。 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:15 | 致命エラー | *****-***** | A0001 | 03 | 真空圧異常 | 装置をストップし、(装管)に連絡して下さい。 製品はストップして下さい。 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:30 | 致命エラー | *****-***** | A0001 | 05 | 真空圧異常 | 装置をストップし、(装管)に連絡して下さい。 製品はストップして下さい。 |
| <input type="checkbox"/> | 4/1 13:45 | 致命エラー | *****-***** | A0001 | 10 | 電流値異常 | 装置をストップし、エンジニアに連絡して下さい。 |
| <input type="checkbox"/> | 4/1 14:30 | 回数異常 | *****-***** | A0001 | 20 | ガス流量異常 | 本エラーが頻発しています。 装置をストップし、(装管)に連絡して下さい。 |

Return

[図25]

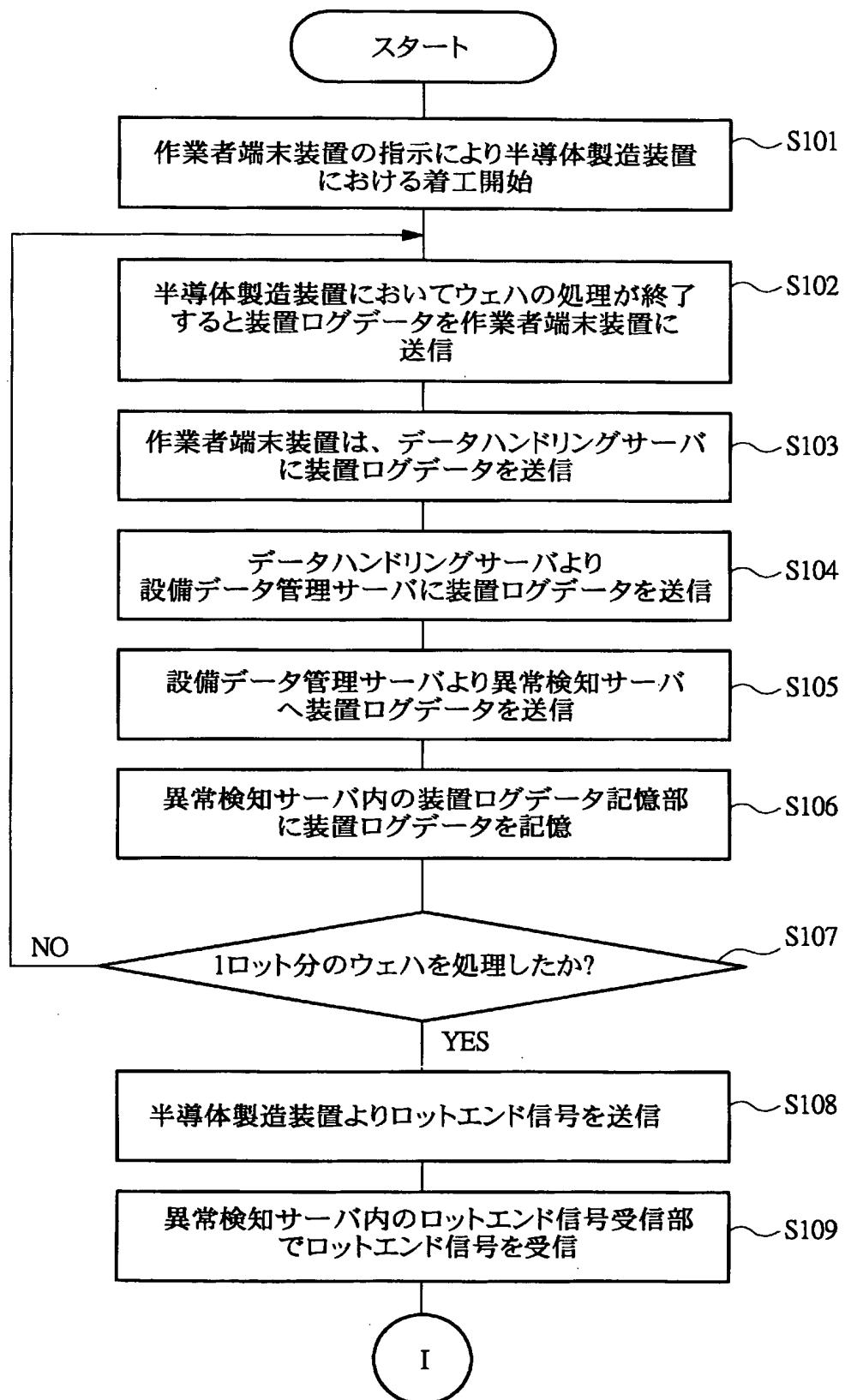
図 25

| 送信 | 発生時刻 | ロットNo | ウェーハNo | アラーム内容 | ラインコメント入力欄 | |
|-------------------------------------|-----------|-------|--------|--------|------------|---------------------------|
| | | | | | チエック箇所 | バブル・真空ゲージ問題無し。スタッフ合議で製品流動 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:00 | A0001 | 01 | 真空圧異常 | チエック箇所 | バブル・真空ゲージ問題無し。スタッフ合議で製品流動 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:15 | A0001 | 03 | 真空圧異常 | チエック箇所 | バブル・真空ゲージ問題無し。スタッフ合議で製品流動 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4/1 13:30 | A0001 | 05 | 真空圧異常 | チエック箇所 | バブル・真空ゲージ問題無し。スタッフ合議で製品流動 |

入力完

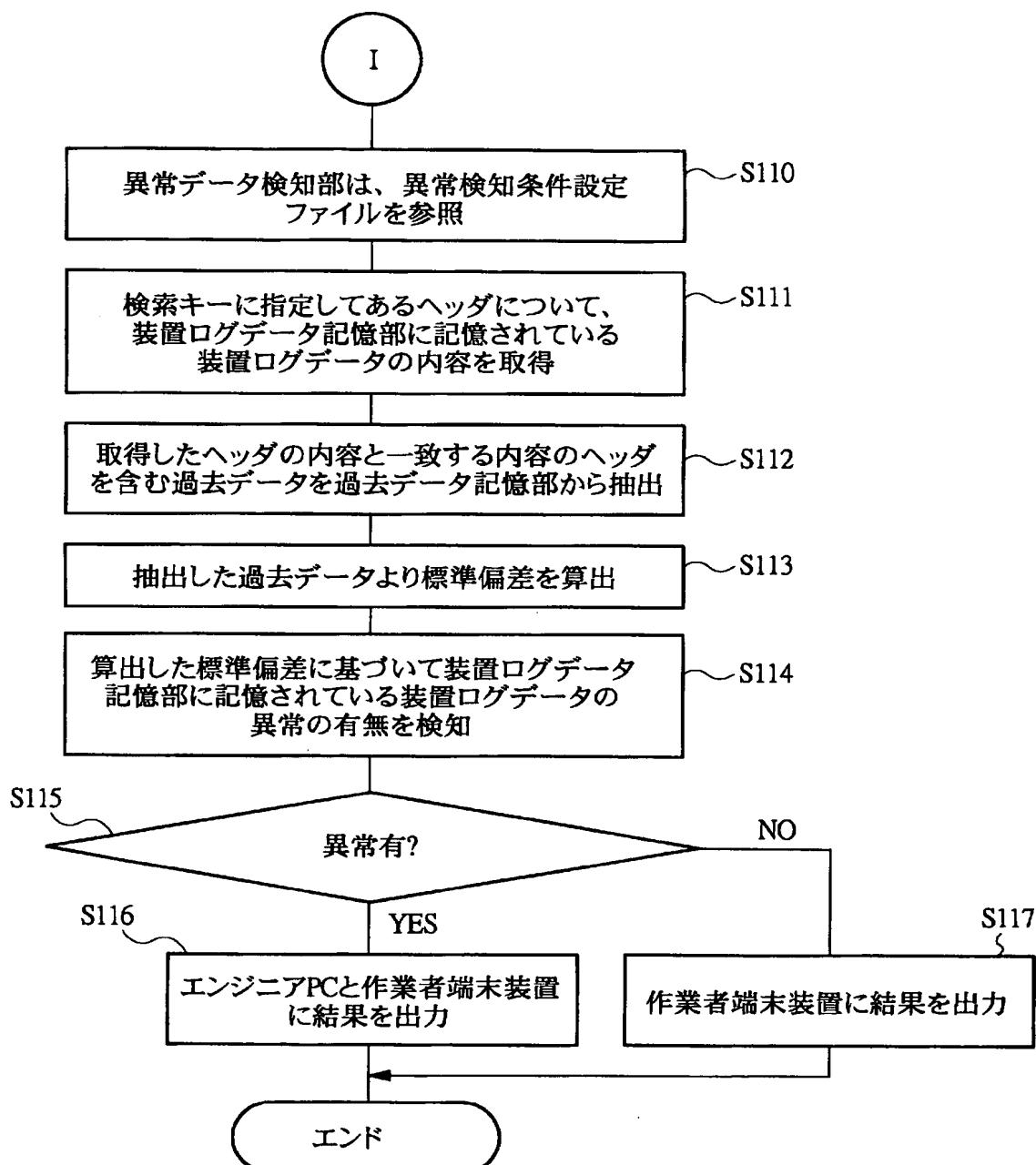
[図26]

図 26

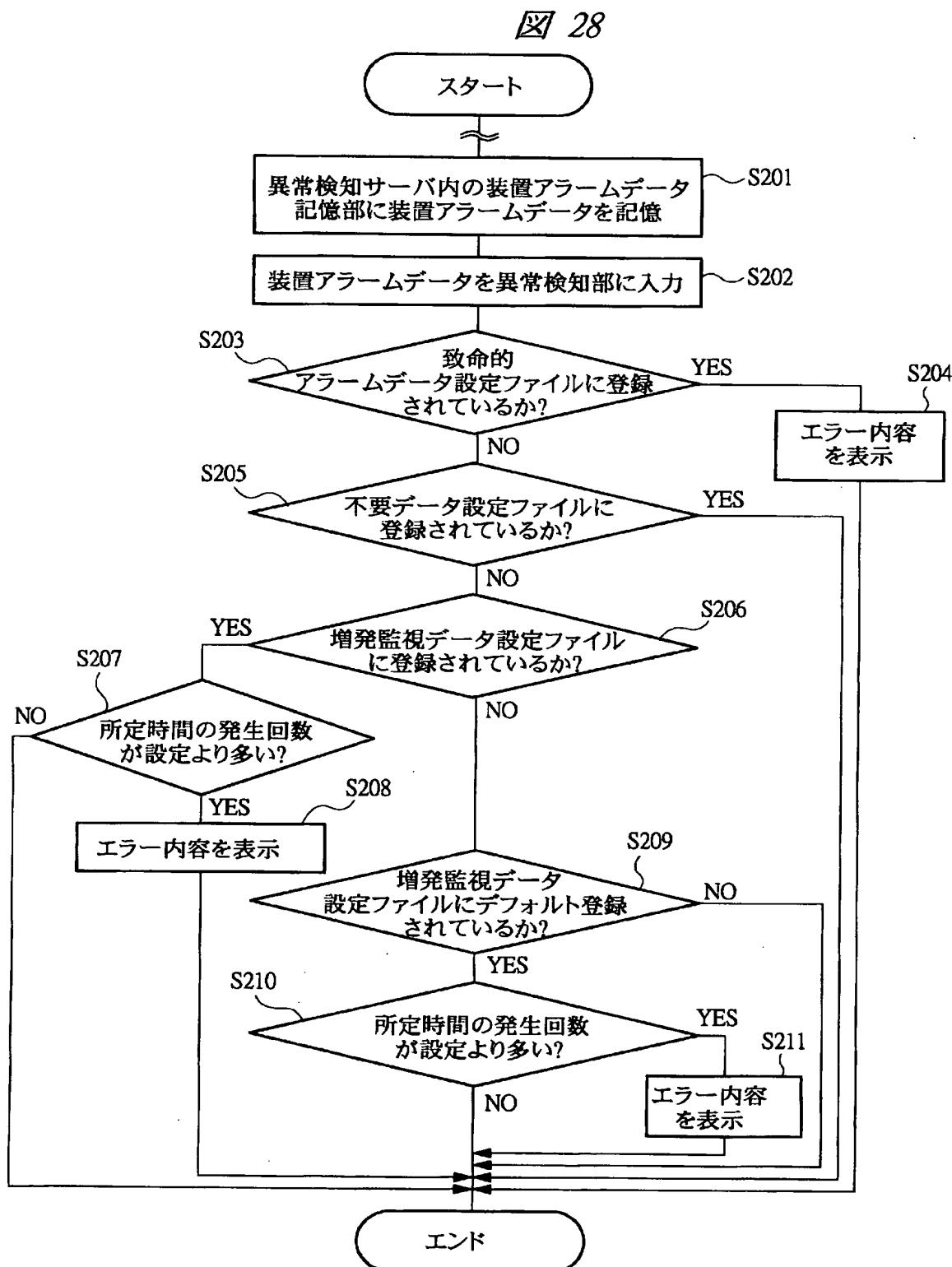


[図27]

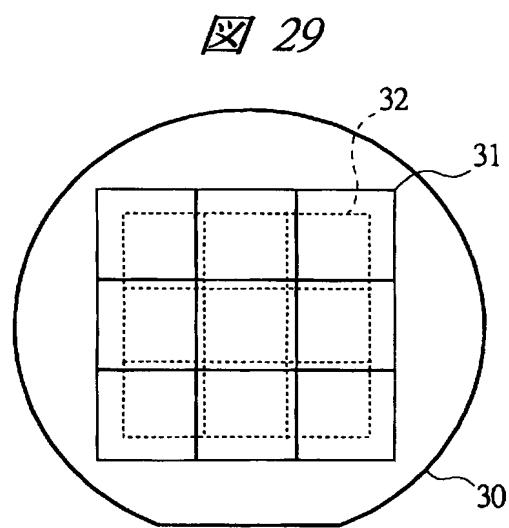
図 27



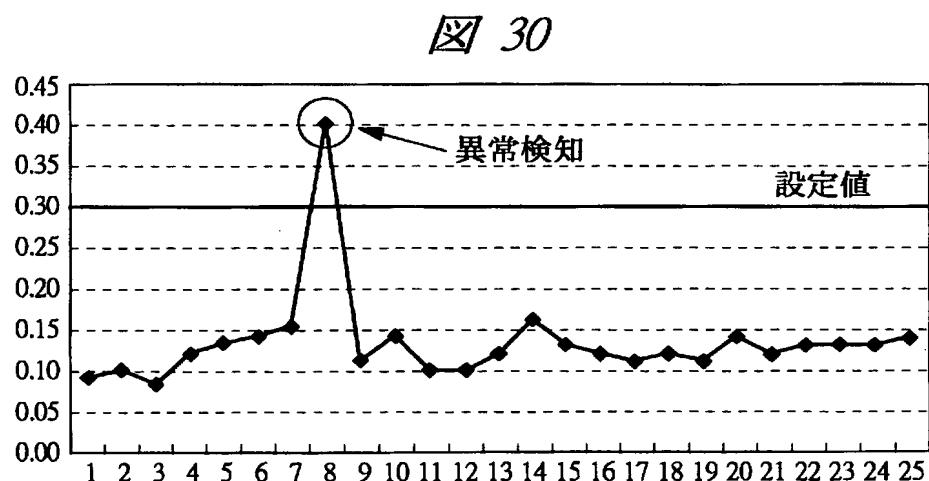
[図28]



[図29]

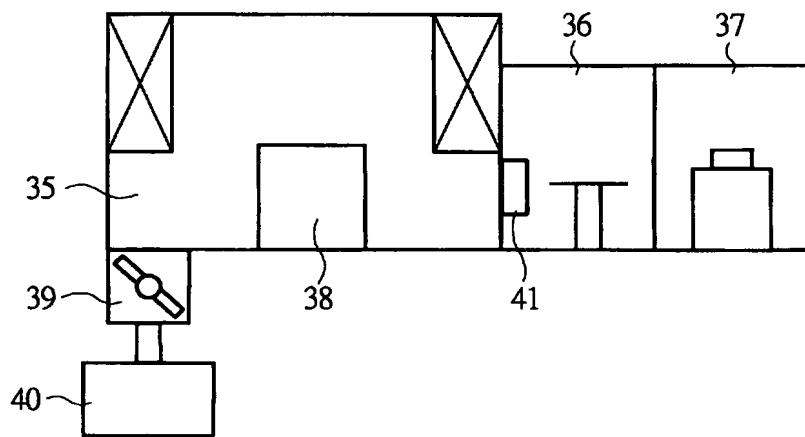


[図30]



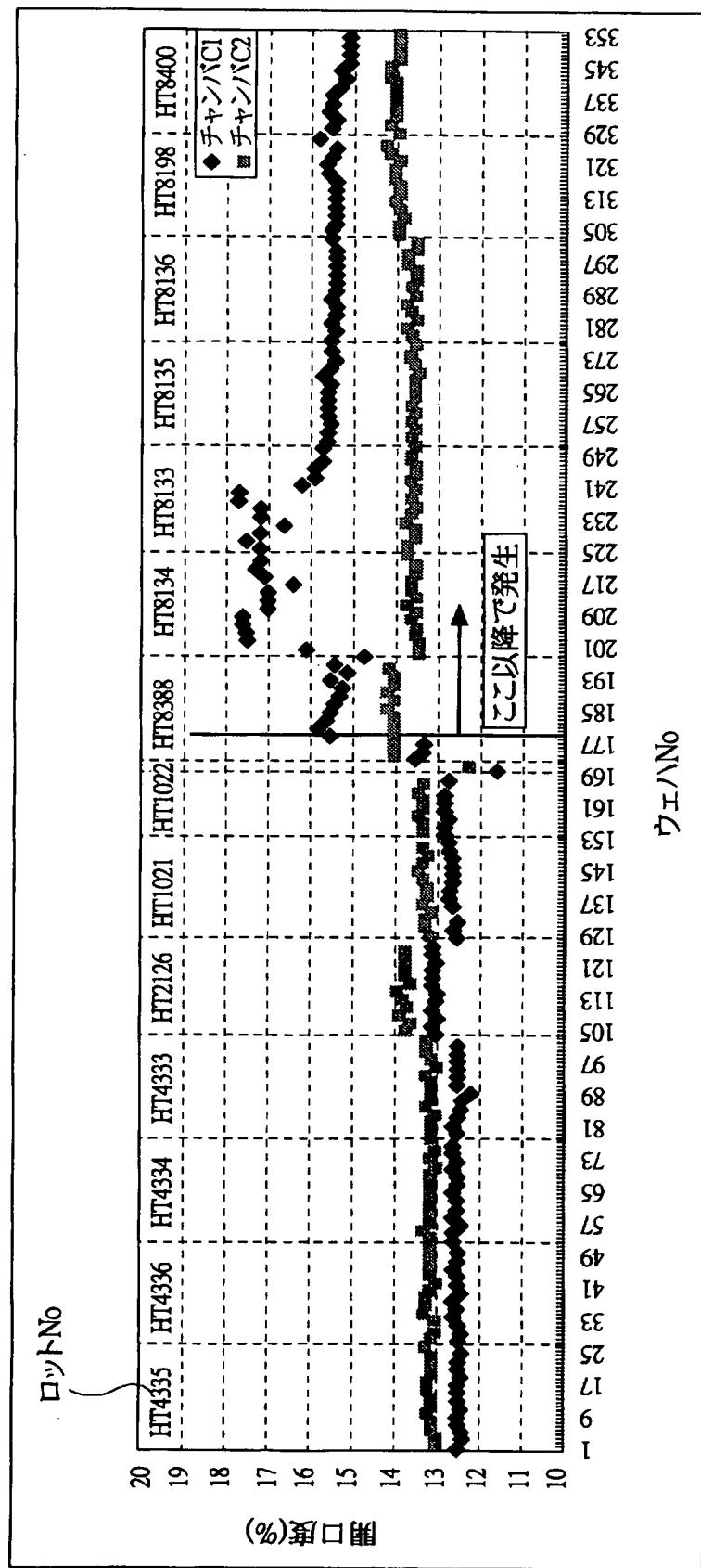
[図31]

図 31

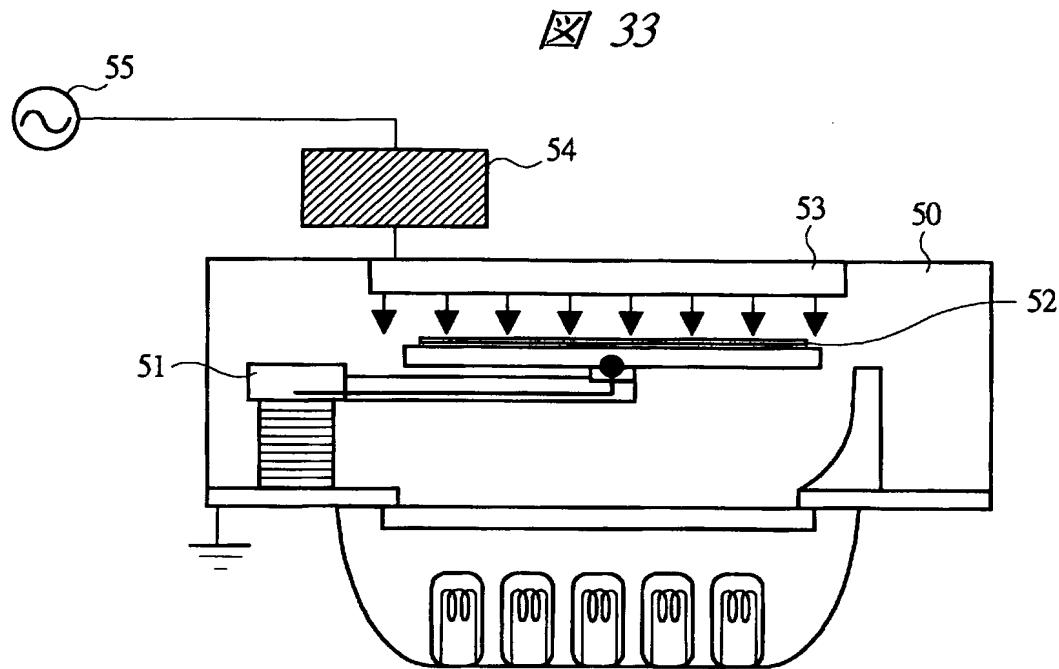


[図32]

図 32

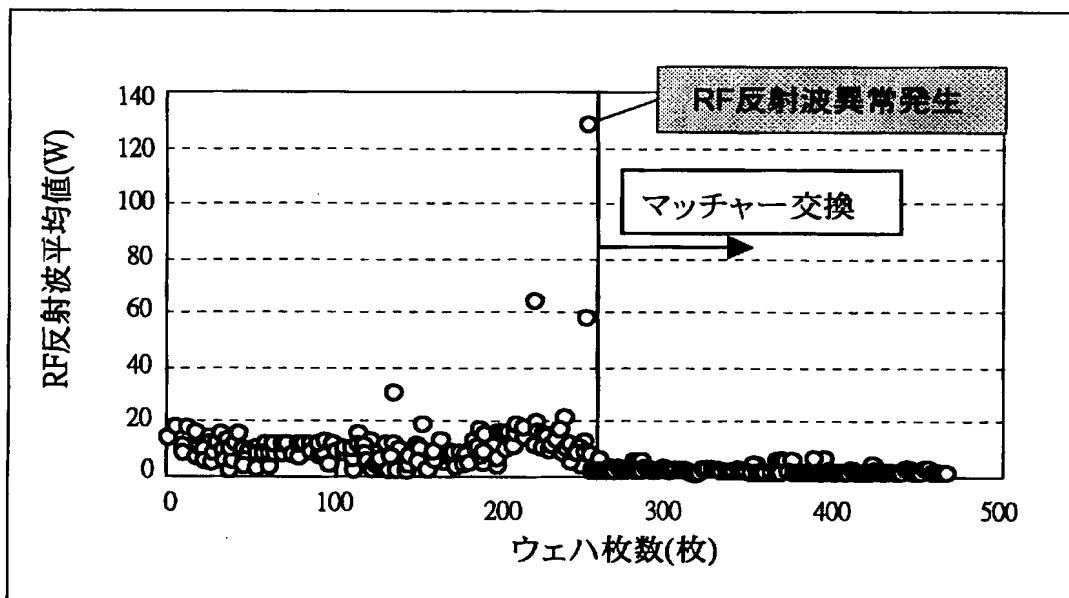


[図33]



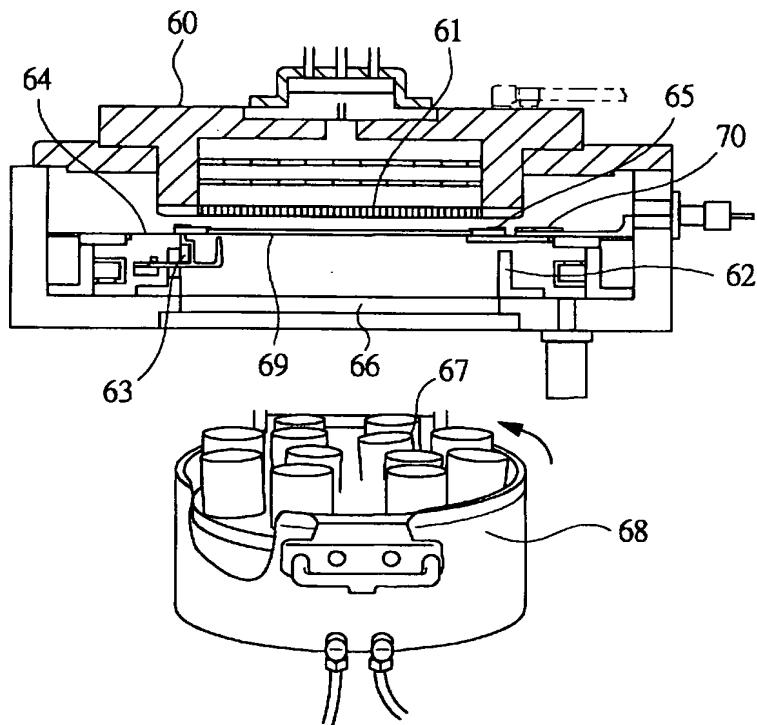
[図34]

図 34



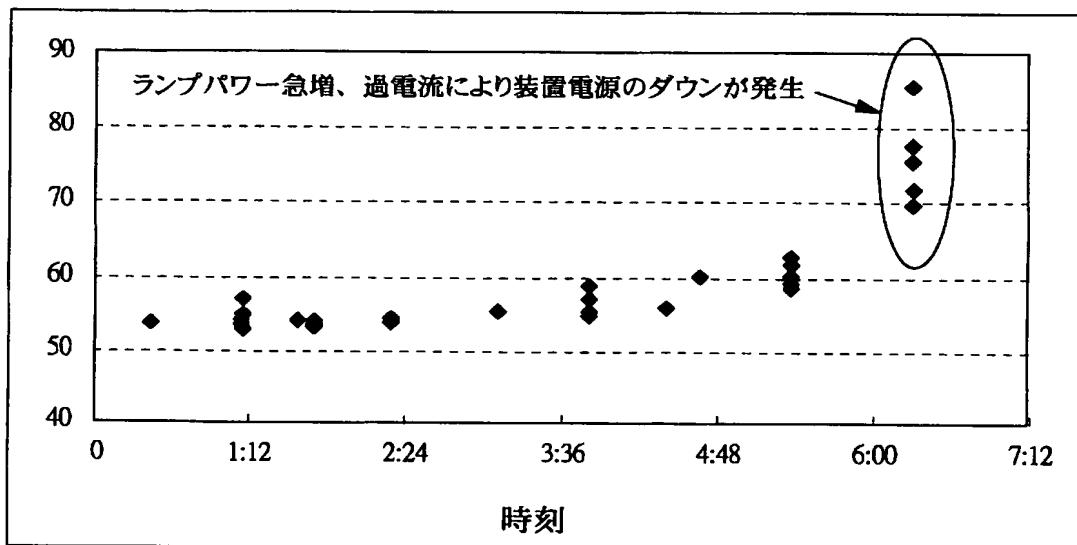
[図35]

図 35



[図36]

図 36



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015835

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/02-21/479, H01L21/66, G05B19/418, G05B23/02, G06F17/60Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | JP 10-275753 A (Hitachi, Ltd.), 13 October, 1998 (13.10.98), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none) | 1-2, 6, 10 |
| Y | JP 2002-149222 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 May, 2002 (24.05.02), Full text; Figs. 1 to 5 & US 2002/0055194 A1 | 3-5, 7-9 |
| Y | JP 9-180976 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 11 July, 1997 (11.07.97), Full text; Figs. 1 to 2 & KR 1997-0053238 A & US 5923533 A & TW 314646 A | 5, 7-9 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 November, 2004 (26.11.04)Date of mailing of the international search report
14 December, 2004 (14.12.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015835

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 9-129554 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 16 May, 1997 (16.05.97), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none) | 7-9 |

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/015835

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int Cl' H01L21/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int Cl' H01L21/02-21/479, H01L21/66,
G05B19/418, G05B23/02, G06F17/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年, | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年, | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X | JP 10-275753 A (株式会社日立製作所), 1998.10.13, 全文及び図1-6 (ファミリーなし) | 1-2, 6, 10 |
| Y | JP 2002-149222 A (三菱電機株式会社), 2002.05.24, 全文及び図1-5 & US 2002/0055194 A1 | 3-5, 7-9 |
| | | |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.11.2004

国際調査報告の発送日

14.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

安田 雅彦

4 L 9447

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 9-180976 A (三星電子株式会社) , 1997. 07. 11, 全文及び図1-2 & KR 1997-0053238 A & US 5923553 A & TW 314646 A | 5, 7-9 |
| Y | JP 9-129554 A (国際電気株式会社) , 1997. 05. 16, 全文及び図1-5 (ファミリーなし) | 7-9 |